

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

GRAZIANE GOMES DOS SANTOS

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE
QUÍMICA: EXPERIMENTAÇÃO E
PROBLEMATIZAÇÃO NA ABORDAGEM DO
CONTEÚDO POLÍMEROS**

**São Cristóvão, Sergipe
2017**

GRAZIANE GOMES DOS SANTOS

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE
QUÍMICA: EXPERIMENTAÇÃO E
PROBLEMATIZAÇÃO NA ABORDAGEM DO
CONTEÚDO POLÍMEROS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe como requisito para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática

Orientador: Divanízia do Nascimento Souza

**São Cristóvão, Sergipe
2017**

Santos, Graziane Gomes dos
S237a Aprendizagem significativa no ensino de química:
experimentação e problematização na abordagem do
conteúdo polímeros / Graziane Gomes dos Santos ;
orientador Divanízia do Nascimento Souza. – São
Cristóvão, 2017.
87 f. ; Il.

Dissertação (mestrado em Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Matemática. 2. Química (Ensino médio) – Estudo e
ensino. 3. Polímeros. 4. Análise de conteúdo
(Comunicação). I. Souza, Divanízia do Nascimento,
orient. II. Título.

CDU: 51:54-126



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGE/CIMA



APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA:
EXPERIMENTAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO NA ABORDAGEM DO
CONTEÚDO POLÍMIEROS

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
17 DE FEVEREIRO DE 2017

Divanizia N. Souza

PROFA. DRA. DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA

Tiago Nery Ribeiro

PROF. DR. TIAGO NERY RIBEIRO

Edson José Wartha

PROF. DR. EDSON JOSÉ WARTHA

Dedico este trabalho:

A Deus, por me permitir viver e alcançar mais um objetivo.

Aos meus pais, pela compreensão, carinho e amor.

Aos meus familiares pela paciência e benevolência.

Sem o apoio de vocês, não teria conseguido.

AGRADECIMENTOS

“Deus é o dono de tudo. Devo a Ele a oportunidade que tive de chegar aonde cheguei. Muitas pessoas têm essa capacidade, mas não têm essa oportunidade. Ele a deu para mim, não sei por quê. Sei que não posso desperdiçá-la.” (Ayrton Senna)

Agradeço a minha orientadora, a professora Doutora Divanília do Nascimento Souza, pela paciência, contribuição, comentários e sugestões ao longo trabalho e principalmente, pelo carinho e acessibilidade que sempre manifestou.

Os professores Doutores Tiago Nery Ribeiro e Edson José Wartha, pela contribuição e colaboração para este trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, pela contribuição e pelos ensinamentos.

Aos colegas de curso pela simpatia e disponibilidade que demonstraram ao longo da caminhada.

À Universidade Federal de Sergipe pela oportunidade.

À minha família, meus pais (avós) Graciano e Carmelia, meu irmão Christian e minha irmã do coração Sthephany Luiza, minha tia Ana Cristina, com quem compartilho esse momento de felicidade.

A todos os meus amigos, em especial, Filipe Silva de Oliveira, Jucilene Santana Santos e Glaucia Dias Santos, pelos incentivos e por sempre acreditarem na minha capacidade.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estudo.

RESUMO

Neste trabalho de pesquisa buscou-se identificar, por meio de uma sequência didática, como ocorre a aprendizagem dos alunos da terceira série do Ensino Médio sobre conceitos referentes ao conteúdo Polímeros. Utilizou-se como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem significativa de David P. Ausubel, além de considerações sobre o multiculturalismo no ensino de ciências e o pluralismo metodológico em relação aos sete saberes que são necessários para a educação do futuro. A metodologia de investigação se enquadra numa abordagem do tipo qualitativa, utilizando elementos da análise de conteúdo, fundamentada em atividades experimentais em sala de aula. A pesquisa foi realizada a partir da formação de dois grupos de alunos: no grupo 01, composto de alunos de uma escola da rede privada; e grupo 02, por alunos da rede pública de ensino. A coleta de dados possibilitou avaliar inicialmente os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo em questão. Em seguida, foram desenvolvidas as atividades da sequência didática (SD) e realizada a análise de conteúdo dos alunos, por meio das respostas das questões e do teste final. Das análises, pôde-se verificar que a SD contribuiu para uma assimilação efetiva do conteúdo Polímeros e, por conseguinte, para o processo de aprendizagem dos alunos e formação de cidadãos mais críticos.

Palavras-chave: Sequência didática (SD), Aprendizagem Significativa, Análise de Conteúdo, Polímeros.

ABSTRACT

This research aimed to identify, through a didactic sequence, how the students of the third grade of High School learn about concepts related to the content Polymers. We used as a theoretical referential the Theory of Meaningful Learning of David P. Ausubel, as well as considerations on multiculturalism in the teaching of sciences and methodological pluralism in relation to the seven knowledges that are necessary for the education of the future. The research methodology is part of a qualitative approach, using elements of content analysis, based on experimental activities in the classroom . The students participating in the research comprised two groups: group 01, composed of students from a private school; and group 02, by students of a public school. The data collection made it possible to initially assess the students' previous knowledge about the content in question. After that, the activities in didactic sequence (SD) were developed and the students' discursive textual analysis was carried out, through the answers of the questions and a final test. From the analyzes, it was verified that SD contributed to an effective assimilation of the content Polymers and, therefore, to the process of student learning and training of more critical citizens.

Keywords: Didactic sequence (SD), Significant Learning, Content Analysis, Polymers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema demonstrativo de como ocorre aprendizagem significativa..	25
Figura 2. Modelo triádico de Gowin na visão interacionista.....	29
Figura 3. Planeta Terra submerso aos polímeros.....	60

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: Questão 01 do questionário inicial.....	39
QUADRO 02: Questão 02 do questionário inicial.....	41
QUADRO 03: Questão 03 do questionário inicial.....	42
QUADRO 03: Questão 03 do questionário inicial.....	43
QUADRO 05: Questão 05 do questionário inicial.....	44
QUADRO 06: Questão 06 do questionário inicial.....	46
QUADRO 07: Atividade 01 do primeiro encontro da aplicação da SD.....	47
QUADRO 08: Polímeros abordados pelos alunos nas apresentações.....	48
QUADRO 09: Questão 01 do segundo encontro da aplicação da SD.....	50
QUADRO 10: Questão 02 do segundo encontro da aplicação da SD.....	51
QUADRO 11: Questão 01 da atividade 03 da análise dos dados do terceiro encontro da aplicação da SD.....	53
QUADRO 12: Questão 02 da atividade do módulo 03 da análise dos dados do terceiro encontro da aplicação da SD.....	55
QUADRO 13: Questão 03 da atividade 03 da análise dos dados do terceiro encontro da aplicação da SD.....	56
QUADRO 14: Questão 01 da atividade 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.....	57
QUADRO 15: Questão 02 da atividade do módulo 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.....	58
QUADRO 16: Questão 03 da atividade 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.....	58
QUADRO 17: Questão 04 da atividade 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.....	59
QUADRO 18: Questão 05 da atividade 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.....	59
QUADRO 19: Questão 01 da atividade do módulo 05 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.....	61
QUADRO 20: Questão 02 da atividade 05 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.....	62

QUADRO 21: Questão 01 da atividade 06 da análise dos dados do sexto encontro da aplicação da SD.....	63
QUADRO 22: Questão 02 da atividade 06 da análise dos dados do sexto encontro da aplicação da SD.....	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Método e forma de registro de coleta de dados	34
TABELA 02 - Categorias das respostas dos alunos à questão 01 do questionário inicial	40
TABELA 03 - Categorias das justificativas dos alunos à questão 01 do questionário inicial	40
TABELA 04: Categorias das respostas dos alunos à questão 02 do questionário inicial.....	42
TABELA 05: Respostas dos alunos à questão 03 do questionário inicial.....	42
TABELA 06: Categorias das respostas dos alunos à questão 04 do questionário inicial.....	43
TABELA 07: Categorias de justificativas dos alunos que afirmaram conhecer a matéria prima utilizada na fabricação dos polímeros, referente à questão 04 do questionário inicial.....	44
TABELA 08: Categorias das respostas dos alunos à questão 05 do questionário inicial.....	45
TABELA 09: Categorias das justificativas dos alunos à questão 05 do questionário inicial.....	45
TABELA 10: Categorias das respostas dos alunos à questão 06 do questionário inicial.....	46
TABELA 11: Categorias de justificativas da questão 06 do questionário inicial.....	46
TABELA 12: Categorias dos temas tratados pelos alunos do grupo 01 na explanação sobre o tema.....	48
TABELA 13: Categorias dos temas tratados pelos alunos do grupo 02 na explanação sobre o tema abordado nas apresentações relacionadas ao histórico dos polímeros.....	49
TABELA 14: Categorias das respostas dos alunos do grupo 01 à atividade 01 do segundo encontro de aplicação da SD.....	51
TABELA 15: Categorias das respostas dos alunos do grupo 02 à atividade 01 do segundo encontro de aplicação da SD.....	51

TABELA 16 - Categorias das análises do material empregado no experimento pelos alunos à questão 02 do módulo 02 do segundo encontro de aplicação da SD.....	53
TABELA 17: Categorias das análises dos alunos ao experimento realizado e à questão 01 da atividade 03 do terceiro encontro de aplicação da SD.....	54
TABELA 18 - Categorias das análises dos alunos à questão 02 da atividade do módulo 03 do terceiro encontro de aplicação da SD.....	55
TABELA 19 - Categorias das análises dos alunos à questão 03 da atividade do módulo 03 do terceiro encontro de aplicação da SD.....	56
TABELA 20: Categorias das análises dos alunos à questão 05 da atividade 04 de quarto encontro de aplicação da SD.....	60
TABELA 21: Títulos criados pelos alunos do grupo 01 à questão 01 da atividade 05 do quinto encontro de aplicação da SD.....	61
TABELA 22: Títulos criados pelos alunos do grupo 02 para a questão 01 da atividade 05 do quinto encontro de aplicação da SD.....	62
TABELA 23: Conteúdos relacionados pelos alunos com a imagem apresentada no módulo 05 do quinto encontro de aplicação da SD.....	63
TABELA 24: Categorias das análises dos alunos à questão 02 da atividade 06 do sexto encontro da aplicação da SD.....	64

LISTA DE SIGLAS

SD.....	Sequência Didática
TAS.....	Teoria da Aprendizagem Significativa
PCN.....	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM.....	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 – Motivação.....	15
1.2. Problema e questão da investigação.....	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2 – Aprendizagem Significativa para o Ensino de Química.....	19
2.1 – Perspectiva clássica da aprendizagem significativa.....	20
2.1.1- Condições para ocorrência da aprendizagem significativa.....	23
2.1.2 – Subsunções.....	25
2.1.3 – Formas de aprendizagem significativa.....	27
3. METODOLOGIA DETALHADA.....	30
3.1 - Metodologia de Investigação.....	30
3.1.1-Atividades experimentais.....	33
3.2 – Procedimentos e técnicas de coleta de dados.....	33
3.3 - Procedimentos e técnicas para análises dos dados.....	34
3.3.1 - Da análise prévia.....	34
3.3.2 - Da análise das atividades contidas na SD.....	35
3.3.3 – Da análise final.....	37
3.4 – Planejamento da SD.....	37
3.5 - Caracterização dos grupos.....	38
3.5.1 – Grupo 01.....	38
3.5.2 – Grupo 02.....	38
4. A EXPERIÊNCIA DE ENSINO.....	39
4.1 - Análise do conhecimento prévio.....	39
4.1.1 – Do teste inicial.....	39
4.2 – Sequência Didática.....	46
4.2.1 - Primeiro encontro presencial - Conhecendo a história dos polímeros.....	47
4.2.1.1- Atividade 01.....	47
4.2.2 - Segundo encontro presencial - Conhecendo os polímeros.....	50
4.2.3 - Terceiro encontro presencial - Ainda polimerizando.....	53
4.2.4 - Quarto encontro presencial - Aplicações dos polímeros no cotidiano.....	57

4.2.5 - Quinto encontro presencial - Reciclagem, Meio Ambiente e CTSA.....	60
4.2.6 - Sexto encontro presencial - Produção final.....	63
5. <i>CONCLUSÕES</i>	67
<i>REFERÊNCIAS</i>	69
<i>APÊNDICES</i>	72
Apêndice A: Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos.....	73
Apêndice B: Sequência didática - 1º encontro.....	74
Apêndice C: Sequência didática - 2º encontro.....	75
Apêndice D: Sequência didática - 3º encontro.....	77
Apêndice E: Sequência didática - 4º encontro.....	79
Apêndice F: Sequência didática - 5º encontro.....	83
Apêndice G: Sequência didática - 6º encontro.....	85

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentamos a motivação para a construção desta pesquisa, incluindo o delineamento do problema, a importância e os objetivos, considerando os processos de ensino e aprendizagem da Química. Apresentaremos também como o trabalho de pesquisa, aqui discutido, foi estruturado.

1.1 - Motivação

No decorrer da vida acadêmica e profissional temos nos empenhado em amenizar as dificuldades que os alunos demonstram ter com relação às disciplinas de Química, Física e Matemática. Aqui, podemos citar a questão das atividades experimentais como uma forma de chamar a atenção ao trabalho na disciplina Química, que consiste em desenvolver, em aulas de turmas do Ensino Médio, discussões sobre vários aspectos, com a finalidade de instigar o senso crítico dos alunos. Esse senso contribui para a tomada de decisões e para o enfrentamento sobre determinados questionamentos.

É comum identificarmos que alunos afirmam que não se aprende Química porque os conteúdos ensinados nessa disciplina não são relacionados com o cotidiano, o que torna desinteressante aprendê-los.

É evidente que o ensino de Química na educação básica privilegia práticas tradicionais, sendo repleto de representações químicas e fórmulas, que devem ser memorizadas pelos estudantes. Conforme Chassot (2004, p. 29) afirma, a prática de um modelo tradicional leva a um ensino desinteressante, sem sentido para o aluno, “fazendo-nos concordar com a hipótese de que nosso ensino de química, pelo menos em nível médio, é – literalmente – inútil. Isto é, mesmo se não existisse, muito pouco (ou nada) seria diferente.”. Muito provavelmente, essa é uma razão para os alunos não conseguirem perceber a relação dessa disciplina com o seu cotidiano. Por isso, com frequência ouvimos na escola alunos questionarem por que devem aprender tantos conceitos químicos se, na maioria das vezes, não saberão ou não precisarão utilizá-los numa futura profissão. Esse tipo de questionamento pode permanecer em aberto para muitos alunos, porque é provável que há professores que não sabem como responder aos seus alunos sobre isso, por falta de preparo para lidar com tal questão.

Quanto a minha motivação pessoal para realizar este estudo, posso dizer que: quando surgiu a oportunidade de cursar o Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Federal de Sergipe (UFS), nasceu em mim o intento de desenvolver um trabalho de pesquisa que envolvesse estratégias de aprimoramento para o ensino de Química, que primem por uma aprendizagem com significados e pela formação de um pensamento mais crítico dos alunos. Essa motivação representa também a vontade de buscar alternativas de ensino que atendam aos anseios de uma sociedade cada vez mais tecnológica, que almeja uma educação de qualidade. Essa educação é dependente de escolas que sejam capazes de formar cidadãos mais críticos, com capacidade de solucionar diversos problemas. Isso implica que “... a escola precisa articular sua capacidade de receber e interpretar informação com a de produzi-la, a partir do aluno como sujeito do seu próprio conhecimento.” (LIBÂNEO, 1998, pág. 27).

A disciplina Química foi acrescentada ao currículo escolar com a finalidade de contribuir para construção do conhecimento científico dos alunos. Esse conhecimento possibilita a compreensão de fenômenos culturais e científico-tecnológicos que são vivenciados a todo instante, e que são de grande relevância para a sociedade atual. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, PCNEM, (BRASIL, 2002), ensinar Química sob a perspectiva da educação básica é

...possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. (BRASIL, 2002, p.31)

Por isso, precisamos utilizar métodos educacionais que possibilitem aos alunos aprimorar e praticar suas capacidades críticas, criativas e investigativas.

1.2. Problema e questão da investigação

Em nossa rotina acadêmica e profissional podemos perceber algumas lacunas na questão da formação de professores, não somente com relação ao atendimento das novas demandas da sociedade educacional atual, mas também quanto à importância de se realizar abordagens com e sobre as novas tecnologias de ensino, como o uso da internet, do celular, dos sites de pesquisa e dos computadores, favorecendo a construção do conhecimento científico no ambiente escolar.

O ambiente escolar é um local onde a abordagem de conteúdos deve ser realizada de forma clara, objetiva e relacionada com o cotidiano, pois, a assimilação de conteúdo é

caracteristicamente, a forma pela qual as crianças mais velhas, bem como os adultos, adquirem novos conceitos pela recepção de seus atributos criteriosos e pelo relacionamento desses atributos com ideias relevantes já estabelecidas em sua estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2009, p. 20).

A pertinência do ensino sobre um fenômeno químico a partir de uma abordagem científica, em uma prática de ensino experimental ou por meio de atividades relacionadas que simulem o fenômeno em questão, tem uma maior significância para a aprendizagem do que a partir de atividade mecânica, pois a abordagem científica é capaz de promover um melhor conhecimento ao aluno (AMARAL, 1996). Afinal, no mecanicismo empregado nas atividades de ensino de Química “ênfatizam-se muitos tipos de classificação, como tipos de reações, ácidos, soluções, que não representam aprendizagens significativas” (BRASIL, p.32, 2006).

Polímeros é um conteúdo da Química abrangente quando consideramos as aplicações práticas deles nas várias áreas de atividade do ser humano. Quando algumas dessas aplicações são levadas para o ambiente escolar podem servir como ferramenta de enriquecimento para as ações do professor em sala de aula na abordagem de tal conteúdo.

Em Química, são inúmeros os temas que se relacionam com o conteúdo Polímeros. Na abordagem desse tema, podemos destacar, por exemplo: tipos de polímeros e suas aplicações; reações poliméricas; e reciclagem de polímeros. A combinação de Estratégias de ensino inovadoras e discussões relacionadas ao cotidiano do aprendiz pode funcionar como uma de organização do trabalho pedagógico sobre esse conteúdo, permitem a formação de saberes sobre a área do conhecimento em que se insere esse conteúdo.

Assim, ao tratar desse assunto nesta pesquisa, busquei considerar o que as Orientações Curriculares para o Ensino Médio têm como finalidade assegurar ao aluno a formação para o exercício da cidadania (BRASIL, 2006). Tais Orientações enfatizam a importância de se articular os eixos do conhecimento químico à abordagem de temas sociais. Conforme consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN (BRASIL, 1999, os conhecimentos desenvolvidos no ensino da Química devem contribuir para a

construção de uma visão de mundo articulada e menos fragmentada, fazendo com que o aluno se sinta inserido na sociedade que se encontra em constante transformação. Ao abordar o tema Polímeros, buscamos enfocar tópicos da química orgânica e também discutir problemas relacionados aos contextos sociais, decorrentes dos danos causados ao meio ambiente decorrentes do uso de objetos à base de polímeros, da sua utilização em massa e da reciclagem deles.

Nesta perspectiva, o objetivo central da pesquisa foi investigar a aprendizagem de alunos da terceira série do ensino médio sobre o conteúdo Polímeros, a partir de uma sequência didática (SD) sobre conceitos e aplicações desse conteúdo.

Os objetivos específicos foram:

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos participantes da pesquisa sobre o tema, visando nortear o desenvolvimento de uma sequência didática;
- Investigar a aprendizagem dos alunos sobre Polímeros em situações aplicadas à Química e ao cotidiano;
- Analisar as estratégias e procedimentos que podem conduzir a uma aprendizagem significativa sobre o tema Polímeros utilizando uma sequência didática.

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. No primeiro, enquadramos o tema da pesquisa por meio de uma discussão envolvendo relações gerais sobre o tema Polímeros e o Ensino de Química, a partir de revisão da literatura acerca de pesquisas relativas ao tema e em documentos oficiais. No segundo capítulo expomos sobre o referencial teórico utilizado na pesquisa. No terceiro capítulo apresentamos a metodologia escolhida e descrevemos os procedimentos e técnicas de coletas e análise de dados empregados no estudo. No capítulo quatro relatamos a experiência de ensino utilizando a sequência didática desenvolvida neste trabalho e analisamos os resultados da sua aplicação. No quinto e último capítulo constam as considerações finais do trabalho de pesquisa e as principais conclusões.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Considerando a importância da aprendizagem significativa dos conteúdos que integram a disciplina Química na escola básica, este capítulo tem por finalidade abordar sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, fazendo-se uma relação com o Ensino de Ciências e com a produção do saber. Serão também apresentadas as principais ideias sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) a partir de textos teóricos.

2 – Aprendizagem Significativa para o Ensino de Química

Na escola básica, deve-se evitar um ensino de Química distante do aluno e de seus interesses, buscando-se em um ensino que conduza o aluno ao aprendizado científico para o exercício pleno da sua cidadania. Para tanto, faz-se necessário que ele seja alfabetizado cientificamente, considerando que todos os alunos precisam aprender um mínimo de conceitos científicos (MILARÉ *et al*, 2009).

Neste sentido, entendemos que a Teoria da Aprendizagem Significativa fornecerá elementos para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa; por isso, faremos um aprofundamento sobre essa teoria, a partir de uma visão clássica e humanista.

Trazer para ao aluno significados aos conceitos químicos de polímeros, assim como a importância desses compostos para a sociedade atual é de suma importância, pois vivemos na era dos plásticos, e isso é notório quando olhamos ao nosso redor toda a aplicabilidade desses materiais que quimicamente são classificados como polímeros (HAGE JUNIOR, 1998). É uma teoria que dá suporte à construção de significados sobre conceitos científicos é a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel. Essa teoria apresenta-se com posicionamentos de ordem cognitivista e construtivista.

O contrário da aprendizagem significativa é a aprendizagem mecânica. A aprendizagem mecânica é aquela na qual ocorre de novos conceitos serem informados sem que seja levada em consideração a estrutura cognitiva do aluno, onde se caracteriza como um organizador de conceitos e ideias naquela área do conhecimento, que nesse caso, o conhecimento de Química. (GUIMARÃES, 2009).

Segundo Moreira (2006), a aprendizagem significativa é apresentada sob duas perspectivas cognitivas, uma a partir da visão clássica, proposta por David Ausubel na década de 1960, e da visão humanística, a partir de estudos de Josef D. Novak e D. Bob Gowin, a partir da década de 1980.

“Na visão clássica, aquilo que o aprendiz já sabe é o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem. Naturalmente, então, o ensino deve, necessariamente, ser conduzido de acordo” (MOREIRA, 2006, p. 2). Além do que, complementa-se: “pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se ancora a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz” (GUIMARÃES, 2009, p. 199).

Conforme descrito por Moreira (2006), na visão humanista proposta por Novak e Gowin, a aprendizagem significativa ocorre quando o aprendiz se encontra disposto a novas aprendizagens. No ambiente escolar podemos dizer que é quando ele se encontra interessado em aprender os conteúdos das disciplinas.

A importância da perspectiva humanística se faz efetiva quando há predisposição para aprendizagem significativa coincidindo com a integração de pensamentos, sentimentos e ações inerentes ao aluno. Apoiados na visão vygostikyana estes autores consideram uma abordagem triádica interacionista da aprendizagem, em que existem as relações aluno ↔ professor ↔ materiais educativos. Essas relações influenciam significativamente na assimilação de novos conceitos, sendo o objetivo principal desta abordagem triádica é o compartilhamento de ideias que tragam significados e que são firmados com os alunos para a ocorrência da aprendizagem. Os conceitos compartilhados já são familiares ao professor, por saber que são aceitos cientificamente. O essencial nesta negociação de significados é que o aluno os apreenda, pois envolvem conceitos e representações (MOREIRA, 2006, 2009).

2.1 – Perspectiva clássica da aprendizagem significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa surgiu da experiência vivida por Ausubel, um estudioso insatisfeito com a sua escolarização, e da atuação dele como psiquiatra e psicólogo do desenvolvimento. Esses fatores levaram Ausubel a estudar sobre o indivíduo. As experiências profissionais dele contribuíram para o desenvolvimento de sua teoria, que coloca a escola como o local de compreender e atribuir significados (MASINI, 2011). A ideia defendida por Ausubel em sua teoria

centra-se na posição de que aquilo que o aprendiz já sabe deve ser o ponto de partida para o que deve ser ensinado (MOREIRA, 2009).

O ser humano possui aquilo que chamamos de cognição ou estrutura cognitiva, que é responsável pela capacidade que um sujeito tem de reter informações, dados, conceitos dentre outros atributos de aprendizagem. Para que haja um novo aprendizado significativo se faz necessário que os conceitos apresentados ao aprendiz possuam significado em relação ao que o aprendiz já aprendeu previamente. Para isso, existe uma condição, ou seja, a aprendizagem só é classificada como significativa quando o conteúdo aprendido pelo aluno ocorre de maneira não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2009). Moreira descreve que:

O núcleo firme dessa perspectiva é a interação *cognitiva* não-arbitrária e não-literal entre o novo conhecimento, potencialmente significativo, e algum conhecimento prévio, especificamente relevante, o chamado *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do aprendiz. (MOREIRA, 2006, p. 1)

Cabe ressaltar que aquilo que o aprendiz já sabe pode ser uma ideia ou um pré-requisito, que representa uma predisposição para o recebimento de uma nova informação. A isso Ausubel denominou subsunçor. Mas a proposta de Ausubel, segundo Moreira (2005), deve ser pensada e repensada pelo professor, pois parece um tanto quanto difícil averiguar o que o aluno já possui em sua cognição, assim como ensinar de forma a possibilitar a ocorrência da aprendizagem significativa de novas informações.

Os subsunçores “não são necessariamente conceitos, podem ser ideias, modelos, proposições, representações que servem de ‘ancoradouro’ para novos conhecimentos” (MOREIRA, 2008, p. 2) Por exemplo: o aluno pode não conhecer conceitos científicos sobre polímeros nem sobre reações de polimerização, tampouco sobre a aplicação tecnológica dos polímeros, contudo, ele pode possuir conceitos subsunçores do que seja um plástico, pois talvez seja uma pessoa que se preocupa com as consequências ambientais derivadas de um copo plástico ser jogado na rua, por já ter ouvido falar sobre poluição do meio ambiente em decorrência do uso dos plásticos.

Ainda descrevendo sobre o que vem a ser aprendizagem significativa, Ausubel (2003) mostra que esta aprendizagem é um processo ativo, exigindo minimamente três requisitos:

(1) o tipo de análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo; (2) algum grau de reconciliação com

as ideias existentes na estrutura cognitiva – ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados; e (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular (AUSUBEL, 2003, p. 6).

A aprendizagem significativa na perspectiva Ausubeliana tem como foco a aprendizagem sem utilização de critérios de memorização. Neste sentido, existe uma crítica firme de Ausubel a respeito da aprendizagem mecânica, por considerar que esse tipo de aprendizagem ocorre quando novas informações são aprendidas sem uma interação com os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, interagindo o aprendiz com o conteúdo de forma arbitrária e literal (MOREIRA, 2009).

Outros dois tipos de aprendizagem são citados por Ausubel: a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta. A princípio, é importante destacar que aprendizagem por descoberta não é de imediato significativa. É possível que uma aprendizagem por descoberta favoreça uma aprendizagem mecânica, que ocorre quando o que é aprendido pelo aluno é conduzido na sua forma pronta. Mas a aprendizagem por descoberta também pode suscitar uma aprendizagem significativa; para tanto, é necessário que se tenha uma interação com subsunçores já presentes nos alunos, sendo não literal e não arbitrária a incorporação dos temas aprendidos por eles. Assim, só é possível afirmar se ocorreu aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta quando se leva em consideração a presença de um observador para afirmar que houve aprendizagem significativa (MOREIRA, 2009).

Ausubel (2003) listou três tipos de aprendizagem por recepção significativa: a representacional, a de conceitos e a de proposições. Outros tipos de aprendizagem podem ser classificados, mas para esse autor, não são significativas, como a aprendizagem por memorização, a aprendizagem por descoberta e as aprendizagens não cognitivas (capacidades motoras, de condicionamento clássico e instrumental e aprendizagens que alteram minimamente características da consciência).

A aprendizagem representacional acontece quando o aluno relaciona objetos, conceitos ou situações vivenciadas durante o ensino que se tornam significativas em sua cognição de forma não arbitrária. Considera-se esta aprendizagem como significativa por conta da capacidade do ser humano de conceituar desde o início da vida, mesmo de forma elementar, a materialidade a sua volta. Ao vivenciar situações didáticas, por exemplo, o indivíduo pode conseguir adquirir símbolos sobre algo que já sabe ou vai saber mais à frente. O importante sinalizador para detectar este tipo de

aprendizagem é o aluno pode assimilar o símbolo do conceito antes do próprio conceito.

A aprendizagem conceitual refere-se mais intimamente a como o aluno consegue, a partir de símbolos existentes em sua cognição (aprendizagem significativa representacional), identificar e abstrair sobre o objeto estudado (MOREIRA, 2009). No caso dos polímeros, por exemplo, é possível que os alunos já identifiquem símbolos sobre o que seja um plástico – que é um tipo de polímero - decorrentes de aprendizagem representacional; no entanto, eles podem ainda não saber conceituar um polímero.

A aprendizagem proposicional é desenvolvida num ambiente relacional. As ideias expressas numa frase ou enunciado podem ter palavras de sentido denotativo ou conotativo, sendo estabelecida uma relação na cognição do aluno com ideias incutidas nessa frase/enunciado com conceitos ou ideias já existentes em sua cognição, havendo assim a modificação do que fora assimilado em conjunto com o que havia na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003).

2.1.1- Condições para ocorrência da aprendizagem significativa

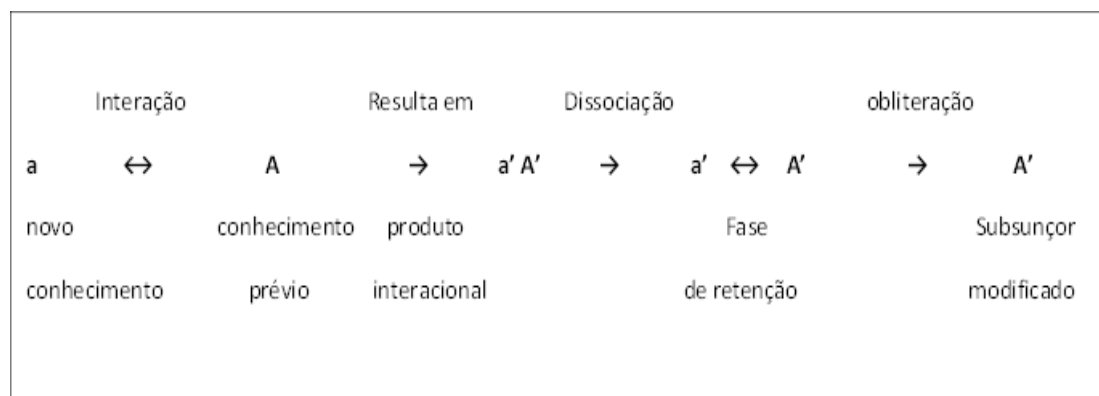
No contexto de uma sequência didática não se pode afirmar que o conhecimento sobre os materiais produzidos resulta no aprendizado significativo. Conforme Ausubel (2003, p. 17) “A aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo. [...]”. Num contexto de uma sequência didática, as atividades criadas pelo professor são o principal mecanismo de ação para a aprendizagem significativa do aluno; ainda assim, caso o aluno não tenha em sua cognição o componente significativo de aprendizagem, ele pode vir a aprender por memorização num primeiro momento (AUSUBEL, 2003).

Mas como detectar os conceitos subsunçores nos alunos se esses são pertencentes do indivíduo? Uma das formas que Guimarães (2009) propôs e aplicou em sua pesquisa foi a experimentação baseada no enfrentamento de problemas. Na experiência relatada pelo autor, os alunos, por meio de atividades experimentais e das orientações feitas pelo professor, tinham que identificar as substâncias que estavam presentes em recipientes contendo soluções com composições distintas. Ainda, foram feitas aos alunos perguntas que os instigassem a pesquisar sobre o tema. Para a avaliação da aprendizagem, foi feita a análise de um relatório produzido pelos alunos.

Embora tenha passado por resistências à forma de aprendizagem por parte dos estudantes já que estes estavam focados no vestibular, a proposta foi válida, porque, facilitou o desenvolvimento dos conteúdos subsequentes.

A figura 1 descreve, por meio de uma representação, como ocorre a interação cognitiva do aluno com um novo conceito na visão ausubeliana. Em se tratando de uma sequência didática, espera-se que a cada aula os conceitos possam ser apreendidos pelos alunos. No esquema apresentado na figura, ocorre uma interação entre o novo conhecimento, representado por **a**, e o conceito prévio existente na cognição do aluno, **A**. Na sequência didática, cada nova situação vivida no sistema didático consiste na interação entre um conhecimento novo e um conhecimento prévio. O produto interacional disto é **a'A'**; este, por sua vez, sofre dissociação, sendo **a** obliterado, ficando contido em **A'**, que é um novo conceito subsunçor modificado. Com base neste modelo, espera-se que a cada atividade desenvolvida na sequência didática possa resultar numa interação cognitiva.

Figura 1. Esquema demonstrativo de como ocorre aprendizagem significativa.



Fonte: Adaptado de Moreira (2008, p. 10).

Com relação ao esquema representado na figura 1, Moreira (2008, p.11) informa que “o processo assim esquematizado não oferece dificuldades de compreensão, mas não explicita que a interação cognitiva entre **a** e **A** deve ser mediada pela interação social, que em uma situação de ensino e aprendizagem esta interação é entre professor e aluno ou entre alunos. ”

A aprendizagem significativa depreende uma nova aquisição ao subsunçor, modificando esta informação nova e também o subsunçor que fora necessário para tal aprendizagem, e isto o torna em um novo subsunçor. Assim, conceitos, ideias e esquemas cognitivos são transformados. É neste momento que é preciso voltar ao que

foi discutido no início desta seção, considerando que, conforme a proposta ausubeliana: para que haja aprendizagem significativa, o material tem que ser potencialmente significativo. Logo, uma sequência didática poderá ser potencialmente significativa desde que satisfaça o que Ausubel (2003) preconizou: para um material ser potencialmente significativo ele deve conter mecanismos que possibilitem ao aprendiz uma aprendizagem significativa. Ou seja,

Pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘*lógico*’) e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. (AUSUBEL, 2003, p. 17)

Um material potencialmente significativo deve estar enquadrado na natureza da proposta apresentada pelo professor/pesquisador e deve se relacionar com a estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA, 2009).

Ausubel (2003) distingue dois tipos de significados que estão relacionados à aprendizagem: o significado lógico e o significado psicológico. Embora exista diferenças entre ambos, é possível obter relações entre eles. O significado lógico é próprio da natureza dos materiais simbólicos, que, por sua vez, deve se apresentar de maneira não-litera e não-arbitrária à cognição do aluno.

O significado psicológico está relacionado à cognição do aprendiz; o que para Ausubel (2003, p. 78) “é um fenômeno completamente *idiossincrático*”, sendo característico da estrutura psicológica do aluno, um fenômeno que ocorre com o aprendiz particularmente. Ao mesmo tempo, Ausubel não exclui a possibilidade de existir significados sociais ou partilhados, como um conceito que é compartilhado por um grupo numa sala de aula. O que vai tornar a aprendizagem “significativa psicologicamente” é o quanto os significados lógicos vão ser ancorados de forma não-litera e não-arbitrária na cognição.

2.1.2 – Subsunçores

Uma pergunta que pode surgir quando se fala em aprendizagem significativa é: como se originam os subsunçores? Moreira (2009) explica que os primeiros subsunçores se estabelecem quando a criança, em seus primeiros anos de vida, interage com o mundo ao redor criando conceitos acerca de significados e símbolos. O que representa uma espécie de aprendizagem por descoberta, fruto da experiência

individual na interação do indivíduo com objetos, animais e pessoas, dentre outros. Pode-se considerar que ao adentrar a idade escolar a criança já apresenta subsunçores suficientes para que haja a aprendizagem por recepção. Desde então a criança passa a ter predisposição a adquirir novos conceitos. À medida que ela interage com novas características sobre um conceito já adquirido seu subsunçor amplia-se e o conceito ganha novas características, sendo algo novo, de uma nova compreensão. Mas, a pergunta que surge após esta argumentação em torno do que vem a ser os subsunçores é: e caso não haja subsunçores, o que fazer? Há duas propostas para resolver esta questão. A primeira é trazida por Novak (1977a) *apud* Moreira (2009); segundo o autor, nestes casos em que o aluno vem a ter o primeiro contato com o objeto de estudo a aprendizagem mecânica é necessária. Na segunda proposta, conforme Ausubel (2003), *organizadores prévios* são elaborados para servir de ancoradouros para os conhecimentos a serem adquiridos.

Organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material. Não são, portanto, sumários, introduções ou "visões gerais do assunto", os quais são, geralmente, apresentados no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que os segue, simplesmente destacando certos aspectos. (MOREIRA, 2009, p. 14).

A função principal de um organizador prévio é servir como ponte entre o conhecimento que se sabe e o conhecimento que deve ser introduzido para que o aluno possa alcançar o que vai ser aprendido significativamente. Moreira (2009) ainda assinala que os organizadores prévios são amplamente pesquisados, embora não sejam a parte mais importante da teoria. Em vista disso, também existem críticas ao que Ausubel definiu como organizador prévio, pois muitos questionam que o autor não deixou claro o que seria isso.

Para que se tenha clara e objetiva ciência de que o aluno realmente aprendeu com significado é preciso planejar de forma criteriosa que tipo de material avaliativo deve ser utilizado. A princípio, deve-se considerar o que Moreira (2009, p. 18) diz:

“[...] o significado real para o indivíduo (significado psicológico) emerge quando o significado potencial (significado lógico) do material de aprendizagem converte-se em conteúdo cognitivo diferenciado e idiossincrático por ter sido relacionado, de maneira substantiva e não-arbitrária, e **interagindo** com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Uma forma apontada pelos autores Novak (1977a) *apud* Moreira (2009),

Moreira (2009) e Ausubel (2003), quando se utiliza os instrumentos de ocorrência de aprendizagem, com os quais os alunos já possuam familiaridade, pode ser um caminho facilitador para o uso de memórias recentes com os conhecimentos novos que serão adquiridos, que fazem parte da cognição humana, que podem sinalizar a resolução de perguntas por critérios de memorização. Enfim, o que se propõe para verificar se há ou não aprendizagem significativa é assegurar que os significados construídos pelo aprendiz ficaram com ele. Sendo assim, o que faz com que o aluno possa solucionar situações cotidianas não é o contexto das perguntas ou problemas colocados diante dele, mas sim, a ocorrência de aprendizagem com significados.

2.1.3 – Formas de aprendizagem significativa

Antes de trazermos as formas de aprendizagem significativa e suas características, queremos destacar quatro fatores que possibilitam dizer se um processo de instrução realizado trouxe significados para os alunos, podendo-se afirmar que foi alcançado um ensino baseado na aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (2003), pode-se afirmar a ocorrência de um processo integrador entre o material de instrução e as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva dos aprendizes quando se observa:

[...] (1) as relações particulares hierárquicas e substantivas entre as ideias novas e as existentes (ancoradas) no processo de interacção; (2) o grau de relevância particular das ideias ancoradas na estrutura cognitiva do aprendiz para com as novas ideias no material de instrução com as quais estão relacionadas; (3) o facto de o novo material de instrução estar ou não relacionado com ideias ancoradas relativamente *específicas* (particulares) no processo de aprendizagem significativa ou a conhecimentos anteriores mais gerais e difusos no armazém de memória relevante do aprendiz; e (4) variáveis da estrutura cognitiva tais como disponibilidade, estabilidade, longevidade e clareza das ideias ancoradas e respectiva capacidade de discriminação quer de ideias novas do material de aprendizagem, quer de ideias ancoradas relevantes na estrutura cognitiva. (AUSUBEL, 2003, p. 93)

A primeira forma de aprendizagem significativa é a **aprendizagem subordinada ou subsunção**. O processo se explica neste caso quando se estabelece uma relação de subordinação do novo material com a estrutura cognitiva do aprendiz já existente, ou seja, ocorre a ancoragem a um subsunçor. Desta forma a aprendizagem de conceitos e a proposicional, já apresentadas, relacionam-se a esta subordinação. A aprendizagem subordinada pode ser **derivativa** ou **correlativa**.

A **aprendizagem subordinada derivativa** ocorre quando o que se aprende é

interpretado com algum material específico de uma proposição ou conceito já existente na cognição do aluno. Por exemplo, para um aluno compreender o que venha a ser um polímero se faz necessário que ele tenha em sua cognição conceitos acerca do que seja molécula, átomo e ligação química, para que ocorra uma diferenciação na aprendizagem preliminar sobre polímeros.

A **aprendizagem subordinada correlativa** é satisfeita quando o conceito ou proposição aprendidos são extensão ou até reelaboração conceitual do que já se aprendeu. Por exemplo, para um aluno aprender sobre os diferentes tipos de polímeros se faz necessário que ele tenha em sua cognição conceitos acerca do que seja um polímero.

A segunda forma de aprendizagem significativa é a **aprendizagem superordenada**, que se dá quando uma proposição ou conceito com potencial significativo é assimilado e passa a ancorar na cognição do aprendiz em conceitos já existentes, e o aprendiz passa a incluir esses conceitos no seu cognitivo e a assimilá-los, tornando os pensamentos preexistentes subordinados a esta nova ideia.

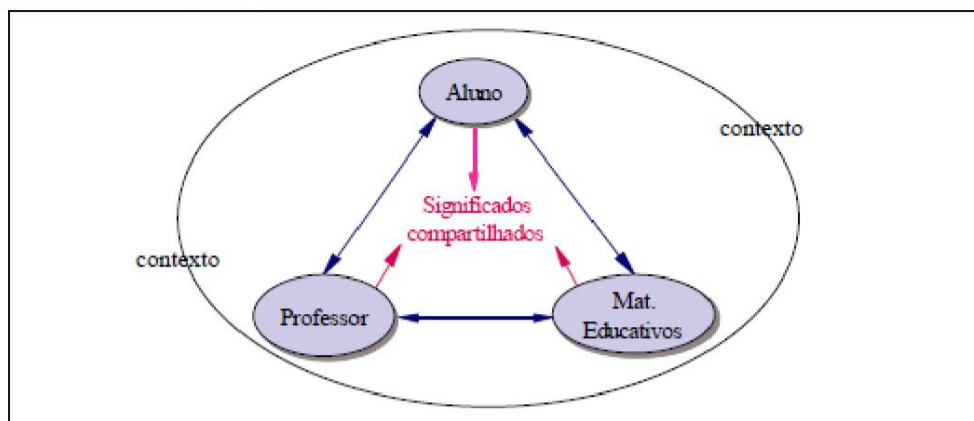
A terceira e última forma de aprendizagem significativa é a **aprendizagem combinatória**. É uma aprendizagem de proposições onde se relaciona as ideias aprendidas num outro nível de ensino, por exemplo em outra série, com o novo conceito; neste caso, o conceito científico. A diferença é que esta forma não estabelece uma relação de subordinação ou de superordenação, perpassa por uma assimilação mais geral, sendo uma nova proposição estabelecida devido a outras já existentes.

Após a proposição da teoria da aprendizagem significativa clássica, Novak (1981), trabalhando em sua pesquisa de doutorado, encontrou na teoria da aprendizagem significativa suporte teórico para seus trabalhos. Esse cientista trouxe um olhar humanístico para esta teoria, “[...] propondo que ela subjaz à integração construtiva, positiva, entre pensamentos, sentimentos e ações que conduz ao engrandecimento humano. [...]” (MOREIRA, 2009, p. 35). Para Novak, à medida que ocorre aprendizagem significativa o aprendiz se inclina para novas aprendizagens na área de estudo, pois a sensação de satisfação ao aprender o dispõe a isso.

Quanto à perspectiva interacionista social da aprendizagem significativa, Novak e Gowin (1996) teceram uma relação da teoria da aprendizagem significativa clássica com a teoria vygotskyana, considerando que a aprendizagem significativa ocorre através de um compartilhamento de significados entre o material educativo, o professor e o aprendiz (aluno ↔ professor ↔ materiais educativos do currículo). O

papel do professor, que já está inteirado acerca dos significados da matéria ensinada, é ser o mediador nesta troca de significados. Conforme apresentado por Moreira (2009), no modelo triádico de Gowin (figura 2) um episódio de ensino só é terminado quando o aluno capta os significados compartilhados pelo professor por meio dos materiais educativos, que já são válidos para o grupo de pessoas que os utilizam. Então, o novo conceito, ou seja, o conceito científico, deriva de um processo anterior à aprendizagem significativa, que é a captação de significados.

Figura 2. Modelo triádico de Gowin na visão interacionista



Fonte. Moreira (2009, p. 36).

Assim, tendo como instrumento de análise o material e as condições baseadas na relação existente entre o aluno e a aprendizagem significativa, o resultado será, caso seja possível, uma captação das informações pela estrutura cognitiva desse aluno, que foram aprendidas de forma significativa.

3. METODOLOGIA DETALHADA

Neste capítulo apresentamos a metodologia utilizada na pesquisa.

Inicialmente, é apresentada uma discussão sobre os aspectos teóricos da metodologia investigativa, dando ênfase à abordagem qualitativa e à pesquisa-ação, a alguns aspectos da Sequência Didática (SD) desenvolvida neste estudo e às particularidades que conduzem o papel do investigador em sala de aula. A seguir, descreveremos sobre a construção das análises dos conhecimentos prévios dos alunos quanto ao tema abordado na sequência e como ocorreu a evolução conceitual, posterior a nossa intervenção utilizando a SD. Por último, apresentamos os procedimentos e técnicas empregados para a coleta e análise das informações da pesquisa.

3.1 - Metodologia de Investigação

A partir dos objetivos definidos para este trabalho, e considerando a SD como uma ação ativa que se desenvolve ao longo do processo de ensino e aprendizagem, tem-se que esta pesquisa se enquadra numa abordagem do tipo qualitativa, que utiliza elementos da Pesquisa-ação.

Esta classificação de metodologia de investigação foi adotada porque nos permite um estreitamento entre a relação da teoria com a prática, proporcionando a observação de como os conhecimentos são influenciados pela cultura dos próprios alunos e pelas relações desses alunos com outros, com os professores e com o material didático. Segundo Libâneo (2006), os materiais didáticos são instrumentos facilitadores da aprendizagem, onde o professor os utilizará como pressuposto a realidade dos alunos, tornando uma efetivação da aprendizagem significativa.

Acreditamos que a abordagem qualitativa alcança as respostas dos questionamentos particulares, proporcionando um ambiente mais propício para interpretação das relações afetivas, dos fenômenos como as ações dos alunos e contexto social, que não são reduzidos com a instrumentalização de variáveis e dos processos que são geralmente utilizados nas pesquisas de cunho quantitativo. Segundo Triviños (1987), a abordagem qualitativa, além de possuir um caráter abrangente e minucioso, dispensa conceitos já definidos e que necessitem ser testados e refinados no processo de investigação.

Na pesquisa qualitativa, de forma muito geral, segue-se a mesma rota ao realizar uma investigação. Isto é, existe uma escolha de um assunto ou problema, uma coleta e análise das informações. É indispensável, não obstante isso, fazer alguns esclarecimentos importantes. (TRIVIÑOS, 1987, p.131)

Sobre as características da pesquisa com abordagem qualitativa, Godoy (1995, p. 62) aponta que este tipo de pesquisa, além de se apresentar de formas diversas nos trabalhos, possui aspectos essenciais, como: o pesquisador como instrumento e o meio como fonte para a coleta e análise de dados; o caráter descritivo tem papel fundamental na obtenção dos resultados; o pesquisador se preocupa com as concepções prévias do investigado e o enfoque indutivo na análise dos dados, sendo o processo principal.

A pesquisa também é classificada, quanto aos objetivos, como exploratória, pois, segundo Gil (2007, p. 41), é do tipo que busca conhecer o problema e torná-lo conhecido, servindo para aprimorar as ideias do pesquisador ou proporcionar novas descobertas. É também explicativa, porque a investigação e a identificação de fatores que contribuem para determinado fenômeno são a preocupação principal desse tipo de pesquisa.

Quanto à tipologia desse estudo, classificamos como pesquisa-ação,

um tipo de pesquisa participante engajada, em oposição à pesquisa tradicional, que é considerada como “independente”, “não-reativa” e “objetiva”. Como o próprio nome já diz, a pesquisa-ação procura unir a pesquisa à ação ou prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática. É, portanto, uma maneira de se fazer pesquisa em situações em que também se é uma pessoa da prática e se deseja melhorar a compreensão desta. (ENGEL, 2000, p.182)

Nesse caso, para serem alcançados resultados que contemplem os objetivos desse tipo de pesquisa, o pesquisador interage com alunos investigados, provocando um vaivém constante entre a teoria e a prática. A tipologia escolhida se caracteriza, além da intervenção do pesquisador, como uma ação conscientizadora entre os envolvidos.

A pesquisa-ação propõe uma mudança da realidade social, porque nela se trabalha de forma interdisciplinar, considerando o referencial teórico abordado e as práticas que levam à conscientização coletiva em busca de interesses dos envolvidos na pesquisa. Como afirma Baldissera (2001, p. 25), “na pesquisa-ação acontece simultaneamente o “conhecer” e o “agir”, uma relação dialética sobre a realidade social desencadeada pelo processo de pesquisa. ”.

Enquanto experiência didática, uma Sequência Didática trata-se de um procedimento que pode ser discutido e modificado de forma ativa pelos seus personagens. A SD pode sofrer algumas alterações a partir da sua prática em sala de aula, de forma que possibilite a promoção da aprendizagem significativa dos alunos. Segundo Oliveira (2013), uma sequência didática,

É um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo de ensino-aprendizagem. (OLIVEIRA, 2013, p. 53)

Uma Sequência Didática tem por finalidade a assimilação de conteúdos abordados com maior abstração pelos alunos, já que em seu desenvolvimento se dá em etapas, partindo das mais simples para as mais complicadas, podendo explorar do aluno o seu conhecimento prévio.

Para Schneuwly e Dolz (2004), a pesquisa utilizando Sequência Didática pode ser definida como um conjunto de metodologias no qual se utiliza diversos caminhos instrucionais que possuem uma relação de dependência mútua. Isto nos mostra que as situações de aprendizagem de uma SD servem como contexto para a investigação. As características de uma SD que nos permitem uma melhor organização dos procedimentos metodológicos atribuem ao seu caráter uma inovação, pois analisamos os conhecimentos prévios e buscamos resultados que são influenciados pelo aprimoramento do ensino.

Com a Teoria da Aprendizagem Significativa podemos definir vários níveis de análise, uma vez que uma SD é avaliada durante a execução em situações de ensino em sala, para que se possa experimentar toda a sua funcionalidade, ocasionando uma investigação sobre os registros das análises.

Assim, o ambiente escolar, em especial a sala de aula, torna-se um meio propício à pesquisa, no qual tanto o pesquisador como os alunos podem criar situações de avaliação de SD. Ao desenvolver uma SD o professor também é o pesquisador da sua prática pedagógica.

No desenvolvimento da SD apresentada aqui, procuramos organizar um conjunto de conhecimentos de maneira a facilitar o aprendizado durante a experiência de ensino, tendo como base o que está estabelecido no referencial teórico.

3.1.1- Atividades experimentais

Na fase da experimentação foram aplicadas as atividades da SD, durante sete encontros presenciais, totalizando 7 horas-aulas de 50 minutos cada, nas quais o professor (pesquisador), com a participação dos alunos, desenvolveu as atividades propostas visando a identificação da funcionalidade da SD. Após da realização da sequência, foram aplicados testes visando verificar a potencialidade da SD na construção do conhecimento científico dos alunos.

Cada atividade experimental contida na SD caracteriza-se, conforme denominação empregada por Santos e Souza (2016), como experimentação ideal, onde, o professor utiliza os conhecimentos prévios dos estudantes e relaciona com o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula, e tendo a prática como uma complementação, instigando-os a investigar e realizar uma troca de saberes, com a finalidade de alcançar uma aprendizagem significativa.

A partir dos dados e dos registros dos discursos dos alunos, foi analisado e relacionado com a TAS, que serviu de fundamentação para a prática de ensino, e aos objetivos do estudo.

Com esta metodologia buscou-se identificar e compreender as experiências que tiveram significados para os alunos, as dificuldades e limitações encontradas pelo professor durante o processo de ensino, as concepções dos autores em estudo sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a aplicação da sequência didática e, por fim, avaliar o entendimento dos alunos sobre polímeros como conteúdo da disciplina Química.

3.2 - Procedimentos e técnicas de coleta de dados

Tendo por base que esta pesquisa tem por objetivo investigar como ocorre a aprendizagem dos alunos sobre polímeros em situações aplicadas ao cotidiano, segundo os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, foram utilizados procedimentos e técnicas de coleta de dados com a finalidade de se obter as informações necessárias que possibilitassem atingir os objetivos da pesquisa.

Para investigar o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos utilizando a SD foi necessário observar e identificar como ocorre o progresso cognitivo deles. Para isso, utilizamos para a coleta de dados, numa abordagem qualitativa, os métodos a

seguir: análise dos conhecimentos prévios dos alunos, atividades na SD e análise da avaliação final. Na **tabela 01** apresentamos de forma sucinta os métodos de coleta de dados e como esses dados foram registrados.

TABELA 01: Método e forma de registro de coleta de dados

Método de coleta de dados	Forma de registro dos dados
Análise Prévia	- Questionário inicial para análise do conhecimento prévio dos alunos (Apresentado no anexo A)
Atividades da SD	- Registro das respostas dos alunos às atividades contidas na SD
Análise final	- Questionário final para análise do progresso conceitual

Fonte: O Autor (2016).

A primeira fase da pesquisa foi a aplicação do questionário inicial, apresentado no anexo A, que teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos e o que eles entendiam sobre o tema polímeros. Essa análise possibilitou identificar os subsunçores que favoreceram a aprendizagem significativa.

Na última fase, com a finalidade de identificar a evolução conceitual e a aprendizagem significativa, após a aplicação da SD, foi realizada uma análise final da sequência a partir de um segundo questionário que serviu como teste final.

3.3 - Procedimentos e técnicas para análises dos dados

3.3.1 - Da análise prévia

Para a análise prévia da pesquisa, elaboramos um questionário fundamentado em relatos de pesquisas sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Os alunos participantes da pesquisa estavam cursando a terceira série do ensino médio e, portanto, poderiam possuir algum conhecimento sobre o assunto abordado na SD. Por isso, construímos questões considerando os conhecimentos que acreditávamos que eles teriam.

A partir da análise da literatura, foram selecionados os seguintes temas para a confecção das questões da análise prévia: conceito e caracterização de polímeros, tipos de polímeros, reações poliméricas e polímeros e o meio ambiente.

Utilizamos o questionário porque consideramos que se trata de uma estratégia de coleta de dados bastante utilizada nas aulas de ciências e valorizada pelos

professores. Segundo Cervo e Bervian (2002), o questionário utilizado como instrumento de análise prévia implica em buscar conceitos que existem na estrutura cognitiva do aluno, afim de que possam ser construídas proposições a partir desses conceitos. Ainda para esses autores,

O questionário é a forma mais usada para coletar dados, pois, possibilita medir com melhor exatidão o que se deseja. Em geral, a palavra questionário refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche. [...] Ele contém um conjunto de questões, todas logicamente relacionadas om um problema central. (CERVO E BERVIAN, 2002, p. 48).

Portanto, a aplicação de questionários se caracteriza como uma ferramenta que possibilita resultados eficazes para a análise do conhecimento prévio dos alunos.

3.3.2 - Da análise das atividades contidas na SD.

Com relação aos registros respondidas pelos alunos na SD, essas se tornaram um documento importante de análise. Para uma discussão a respeito da evolução do conteúdo a partir das respostas dadas por eles, fez-se necessário que utilizássemos um procedimento de investigação de dados, e o escolhido foi a Análise de Conteúdos, proposta por Bardin (1977). Buscamos analisar dados e informações de cunho qualitativo a partir das respostas dos alunos com a finalidade de propiciar uma melhor compreensão do discurso deles e verificar se ocorreu ou não aprendizagem do conteúdo abordado.

Para Bardin (1977), quando se utiliza esse tipo de método de análise buscamos demonstrar um procedimento sistemático e objetivo para descrever o conteúdo das mensagens que os alunos desejam transmitir. “(...) uma ferramenta aberta, exigindo dos usuários aprender a conviver com a abordagem que exige constantemente a (re)construção de caminhos”. Ou seja, a análise de conteúdos baseia-se na inferência de conhecimentos relativos que auxiliem na análise dos registros que produzam indicadores sejam eles qualitativos ou quantitativos.

A análise de conteúdo dá preferência ao estabelecimento de categorias de análise dos discursos dos alunos, sendo essas criadas no sentido de reconstruir uma teoria e por deixar em evidência a importância a descrição e a interpretação dos dados.

Segundo Oliveira (2008) a análise de conteúdo possui diferentes técnicas que podem ser abordadas pelos pesquisadores, onde cada uma delas dependerá da vertente teórica seguida pelo sujeito que a aplicará. Nesse trabalho foi escolhida as técnicas:

análise categorial e análise do discurso. A utilização de cada técnica produz resultados diferenciados, que permitem a produção de conhecimentos sobre o objeto de estudo, bem com suas relações.

Neste trabalho, a análise do discurso dos alunos na aplicação da SD buscou identificar todas as relações existentes entre os dados contidos nos textos e o referencial teórico utilizado na sua construção. Com base em Moraes (2003, p. 193), a leitura pressupõe vários significados. Afinal, a partir do momento em que inicia uma leitura, o leitor está procedendo uma interpretação. Quando um pesquisador realiza sucessivas leituras ele irá produzir várias interpretações, atribuindo mais significados ao que for lido a partir de seus próprios conhecimentos e teorias.

Após estabelecer relações com os objetos de análise, começamos o processo de categorização, buscando reunir os elementos que se encontravam mais próximos da teoria, para a compreensão dos fenômenos investigados. Segundo Moraes,

A categorização é, portanto, uma operação de classificação dos elementos de uma mensagem seguindo determinados critérios. Ela facilita a análise da informação, mas deve fundamentar-se numa definição precisa do problema, dos objetivos e dos elementos utilizados na análise de conteúdo. (MORAES, 1999, p.13)

As categorias não foram definidas a priori, foram escolhidas a partir da análise dos dados coletados. Cada categoria foi classificada de acordo com os objetivos e o referencial teórico trabalhado.

A atividade de número 01 da SD consistiu em um seminário realizado pelos alunos. O método utilizado para análise do seminário foi a observação direta. Segundo Yin (2001), a observação direta emprega uma metodologia de análise que trata os acontecimentos em tempo real utilizando os contextos do evento. Os procedimentos deste tipo de método podem ser formal ou informal.

O procedimento formal consiste em desenvolver a observação para avaliar certos comportamentos dos alunos durante a apresentação em sala de aula. Com o procedimento informal pode-se realizar observações para coleta de outras evidências, como condições físicas do aluno, que poderão revelar alguma coisa sobre como o trabalho foi organizado.

3.3.3 – Da análise final

O questionário para análise final teve como objetivo identificar a evolução conceitual dos alunos e verificar se a SD proposta foi relevante para a aprendizagem significativa. Essa análise destacou as vantagens e desvantagens da utilização da SD.

A atividade final foi composta por duas questões relacionadas com o mesmo tema presente na análise prévia; porém, visando investigar a eficiência da SD no processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

3.4 – Planejamento da SD

A elaboração da SD seguiu a seguinte formatação:

1. Definimos o tema Polimerizando: o que é poliuretano?
2. Utilizamos um questionário para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, inclusive os que fossem relevantes para a aprendizagem significativa do tema.
3. Após a análise dos conhecimentos prévios, coletados a partir dos questionários, apresentamos o conhecimento a ser ensinado e aprendido sobre a temática, começando pelos aspectos mais gerais, sendo o conteúdo exposto de forma expositiva e com apresentações dos alunos envolvendo abordagem histórica sobre tipos de polímeros (poliestireno, policloreto de vinila entre outros.).
4. Em seguida, o conteúdo Polímeros foi abordado com maior complexidade. Foram propostas questões aos alunos visando proporcionar uma integração entre as estratégias utilizadas e os alunos, levando-os a interagir, e sendo o professor o mediador dessa interação. As estratégias utilizadas para esse fim foram atividades experimentais, pesquisa na internet, demonstrações e situações do cotidiano.
5. Ao término de cada atividade da SD foi realizada uma avaliação sobre cada subtema, seguida de discussões em grupo maior, mediadas pelo professor investigador.
6. A avaliação da aprendizagem foi contínua, sendo realizada através das atividades propostas pela SD. As respostas foram registradas para análise posterior com o objetivo de identificar se ocorreu uma aprendizagem significativa do tema trabalhado.

A SD foi aplicada durante sete encontros presenciais, de 1 hora/aula cada, em duas turmas, uma de uma escola da rede privada de ensino e outra da rede pública.

Ambas as escolas estão localizadas no município de Capela, em Sergipe. As turmas eram da terceira série do Ensino Médio e foram denominadas como grupos. O Grupo 01 foi composto por alunos do Colégio Universo Santa Maria (escola da rede privada); e Grupo 2 por alunos da do Colégio Estadual Irmã Maria Clemência (escola da rede pública).

3.5 - Caracterização dos grupos

3.5.1 – Grupo 01

O grupo 01 foi composto por 22 alunos. Entretanto, ao longo da aplicação da SD, compareceram somente 17 deles a todas as atividades. O Colégio Universo Santa Maria oferta Ensino Médio no período matutino. Esses alunos participaram de forma voluntária.

3.5.2 – Grupo 02

O Grupo 2 foi composto por uma turma de 27 alunos de uma turma do período vespertino. O do Colégio Estadual Irmã Maria Clemência oferta Ensino Médio no período matutino, vespertino e noturno. Esses alunos participaram de forma voluntária.

4. A EXPERIÊNCIA DE ENSINO

Neste capítulo procuramos descrever a experiência de ensino vivida em sala de aula utilizando Sequência Didática (SD). Para encontrar respostas aos questionamentos da pesquisa e obter conclusões conduzidas pela aplicação da SD, analisamos os conhecimentos prévios dos alunos, as respostas das atividades sobre o tema, realizamos uma análise final da sequência e a identificação de evolução conceitual do conteúdo de Polímeros em relação aos alunos.

4.1 – Análise do conhecimento prévio

4.1.1 – Do teste inicial

O questionário inicial foi aplicado aos dois grupos de alunos participantes da pesquisa com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios deles sobre o tema polímeros. A primeira questão teve como objetivo verificar se eles sabiam conceituar polímeros, conforme o **quadro 01**:

QUADRO 01: Questão 01 do questionário inicial

Os polímeros estão entre os materiais mais utilizados no nosso cotidiano. Logo, temos contato diário com eles mesmo sem percebermos. Para você, o que são polímeros?
--

Fonte: O autor (2017)

Nas tabelas que seguem apresentamos os dados quantitativos relativos às respostas dos 17 alunos às questões do questionário inicial.

Na **tabela 02** estão apresentadas as respostas dos alunos de ambas as turmas referentes à questão 01 do questionário inicial.

TABELA 02 - Categorias das respostas dos alunos à questão 01 do questionário inicial.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
São plásticos	12	11
São macromoléculas	1	4
São materiais utilizados em produtos de limpeza	2	0
São objetos úteis	2	1
São pequenas partículas	0	2
São moléculas grandes	0	3
São reações químicas	0	1
Não conheço	0	5

Fonte: o autor (2017)

Na tabela 03 apresentamos as categorias definidas a partir das justificativas dos alunos à questão 01.

TABELA 03 - Categorias das justificativas dos alunos à questão 01 do questionário inicial.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
É todo material utilizado diariamente por nós.	5	2
São materiais utilizados para fazer plásticos ou coisa do tipo.	7	7
São materiais resistentes à alta pressão e temperatura, geralmente relacionados a plásticos.	4	6
São macromoléculas formadas por moléculas divergentes e menores	1	7
Não justificaram	0	5

Fonte: O autor (2017)

Notamos na categorização apresentada nas **tabelas 02 e 03** que doze alunos do grupo 01 e onze no grupo 02 relacionaram o conceito de polímeros com o de plástico, e apenas um aluno do grupo 01 e quatro alunos do grupo 02 relacionaram com macromoléculas; ou seja, a maioria deles, de forma correta, relacionou polímeros com plásticos, que são materiais com os quais eles têm um contato maior no cotidiano. Eles justificam suas ideias por meio de expressões como: “*são substâncias capazes de resistir à alta pressão, geralmente relacionados a plásticos*”; “*são compostos geralmente feitos de plásticos, que é o polímero mais abundante e que possui várias classes, sendo mais resistentes ao mas flexíveis*”; “*um tipo ou todo tipo de plástico*”; “*são várias unidades idênticas de macromoléculas aglomeradas*”; *são pequenas*

partículas que se juntam para formar um polímero” e “são unidades de macromoléculas que quando se juntam formam o plástico.”

Apenas cinco alunos conseguiram informar conceituação próxima a de um conceito mais formal, científico, quando um deles afirma que polímeros são *“compostos macromoleculares formados por moléculas divergentes e menores”*. Os demais que não conseguiram responder conceitualmente, justificaram com associação ao conhecimento existente no seu cognitivo e relacionado com a funcionalidade no cotidiano, como: *“são materiais úteis que nós mantemos contato no dia a dia, compostos por elementos químicos”* e, *“são objetos úteis e muito usados no nosso cotidiano”*.

As justificativas apresentadas por 11 alunos do grupo 01 e por 20 alunos do grupo 02 demonstram o que Ausubel (2003, p.10) relata em seus discursos, quando afirma que os estudantes utilizam o seu conhecimento, baseado num conhecimento que já possuíam do senso comum para responder as questões. Assim, a nova aprendizagem será influenciada por esse conhecimento já presente na estrutura cognitiva do aluno.

Para a questão 02, apresentada no Quadro 02, pedimos aos alunos para exemplificar alguns tipos de polímeros, relacionados as repostas expostas na questão 01.

QUADRO 02: Questão 02 do questionário inicial

Com o passar dos anos, utilizar polímeros virou uma necessidade tanto nas indústrias como nas atividades que realizamos em nossa casa. Cite alguns materiais que você considera que são compostos de polímeros.

Fonte: O autor (2017)

A **tabela 04** apresenta as categorias das respostas dos alunos de cada turma referente à questão 02 do questionário inicial e seus respectivos quantitativos.

TABELA 04: Categorias das respostas dos alunos à questão 02 do questionário inicial

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Garrafas e copos descartáveis	13	16
PVC	2	3
Acrílico	1	4
Produtos de limpeza	1	0
Polímeros naturais	0	2
Isopor	0	2

Fonte: O autor (2017)

Nesse questionamento, notamos que o polímero com o qual os alunos mais têm contato é o das garrafas plásticas tipo *pet*, que é derivado de politeraftalato de etileno. Esse é um polímero leve e resistente, cuja maior utilidade atualmente é compor vasilhames para guardar bebidas.

Na questão 03 (**quadro 03**) o objetivo foi verificar as concepções dos alunos sobre os tipos de reações química envolvidas na fabricação de polímeros.

QUADRO 03: Questão 03 do questionário inicial

Para se obter um produto polimérico, os reagentes envolvidos passam por um conjunto de reações químicas. Você conhece alguma reação química envolvida na fabricação de um polímero? Em caso positivo, cite-a.

Fonte: O autor (2017)

A **tabela 05** apresenta as categorias e respectivos quantitativos das respostas dos alunos de cada turma referente à questão 03 do questionário inicial.

TABELA 05: Respostas dos alunos à questão 03 do questionário inicial

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Sim	4	3
Não	13	23
Não respondeu	0	1

Fonte: O autor (2017)

Nessa atividade, somente quatro alunos do grupo 01 e três do grupo 02 disseram conhecer alguma reação química envolvida no processo de fabricação dos polímeros, e apenas três deles responderam corretamente, sendo um deles do grupo 01 e dois do grupo 02. Esses três justificaram como “reação de poliadição”. Os outros associaram a reações já estudadas em outros assuntos na disciplina Química, mas não

se aplicando de forma direta às reações poliméricas, incluindo explicações como: “**combustão e formação**” e “**reação de combustão ou processo de queima em que no final da reação tem-se $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$** ”. Apenas um dos alunos do grupo 02 justificou não conhecer, porém tinha uma ideia de que seria uma reação de adição a partir da junção de outros elementos, como pode ser verificado na transcrição da fala dele: “**Acho que tem reações térmicas, adição de outros elementos.**”

Como já foi discutido anteriormente, as justificativas dos alunos expressam os conhecimentos prévios que já se encontravam no sistema cognitivo deles, decorrentes de experiências já vivenciadas, que possibilitaram a formação de conceitos baseados no senso comum em relação ao ensino de polímeros.

A questão 04 (**quadro 04**) teve como objetivo investigar se os alunos conheciam a matéria prima utilizada na fabricação dos polímeros. Em caso de resposta positiva, pediu-se que fosse citado o tipo de material representava essa matéria prima.

QUADRO 04: Questão 04 do questionário inicial

Todo produto deriva-se de matéria-prima. Você sabe qual a principal matéria-prima dos polímeros? Caso sim, cite-a.

Fonte: O autor (2017)

A **tabela 06** apresenta as categorias e o quantitativo de alunos que afirmavam conhecer ou não a principal matéria-prima dos polímeros.

TABELA 06: Categorias das respostas dos alunos à questão 04 do questionário inicial

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Sim	11	14
Não	6	10
Não respondeu	0	3

Fonte: O autor (2017)

De todos os alunos do grupo 01, onze afirmaram conhecer a matéria-prima utilizada na fabricação de polímeros. No grupo 02, apenas 14 afirmaram conhecer a matéria-prima. Era esperado que a maioria deles respondessem que sabiam qual era a matéria prima, por se tratar de alunos que estavam próximos a concluir o ensino médio, podendo já ter tido algum contato com o tema durante a educação básica, mesmo este sendo somente relacionado com os plásticos na disciplina Química. Com relação aos alunos que afirmaram não conhecer a matéria-prima da fabricação dos polímeros se

deve ao fato de não associar o conteúdo ao seu cotidiano, como associá-lo ao próprio plástico.

A **tabela 07** apresenta as justificativas dos alunos que afirmaram conhecer o tipo de matéria-prima empregada na fabricação de polímeros.

TABELA 07: Categorias de justificativas dos alunos que afirmaram conhecer a matéria prima utilizada na fabricação dos polímeros, referente à questão 04 do questionário inicial

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Composto de metano	1	0
Composto de plástico	3	16
Composto de poliuretano	1	0
Composto de látex	4	0
Composto de petróleo	2	3
Carboidrato	0	4
Composto de partículas que se transformam em papel	0	1
Não opinaram	6	3

Fonte: O autor (2017)

As matérias-primas empregadas na fabricação desses compostos, citadas pelos alunos que afirmaram ter conhecimento desse material foram: “*petróleo*”, “*látex*”, “*metano*”, “*plásticos*” e “*carboidrato*”. É evidente que alguns deles entendam o plástico como sendo o constituidor básico dos polímeros, talvez devido a sua maior utilização no cotidiano. Outros afirmaram ser o petróleo, porque trata-se de uma importante fonte de matéria-prima para a indústria. O látex também foi citado, por ser a principal matéria-prima empregada na fabricação da borracha. O carboidrato também foi citado, pois talvez os alunos o relacionaram com os polímeros essenciais para a vida.

A questão 05 do questionário inicial busca do aluno a sua visão a respeito dos problemas causados no meio ambiente pelo uso excessivo de matérias poliméricas.

QUADRO 05: Questão 05 do questionário inicial

Você considera que os polímeros podem ser uma ameaça ao meio ambiente? Explique por quê.
--

Fonte: O autor (2017)

Na **tabela 08** apresentamos os quantitativos dos alunos que afirmaram ou negaram que o polímero são ameaças ao meio ambiente.

TABELA 08: Categorias das respostas dos alunos à questão 05 do questionário inicial

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Sim	14	20
Não	2	5
Indecisos	1	2

Fonte: O autor (2017)

Quanto a essa questão, previa-se que os alunos não teriam dificuldades em respondê-la, uma vez que se trata de um questionamento cotidiano na escola. Porém, tivemos dois alunos do grupo 01 e cinco do grupo 02 que acreditam que os polímeros não são ameaças ao meio ambiente. Um aluno do grupo 01 e dois do grupo 02 ainda aparentaram indecisão quanto à utilização desse polímero.

A **tabela 09** apresenta as justificativas dos alunos quanto ao tipo de prejuízo causado ao meio ambiente e como pode ser alternativo o uso de polímeros.

TABELA 09: Categorias das justificativas dos alunos à questão 05 do questionário inicial.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Tempo de decomposição	6	7
Prejuízo à fauna	2	0
Utilização de forma inadequada	2	5
Pode ser facilmente reciclada	2	5
Prejuízo ao meio ambiente	5	6
Não justificou	0	4

Fonte: O autor (2017)

Apesar da questão remeter claramente a um assunto tratado constantemente, existem alunos que acreditam que os polímeros sozinhos não sejam uma ameaça ao meio ambiente, pois, se forem descartados corretamente, essa atitude ajudaria ao planeta. Os polímeros podem ser considerados uma ameaça se o indivíduo não tiver consciência da sua funcionalidade.

Na questão 06 (**quadro 06**) se quer saber como o tema polímeros já havia sido abordado das aulas de química, a fim de se identificar as concepções dos alunos referentes aos conteúdos tratados nas aulas de química.

QUADRO 06: Questão 06 do questionário inicial

Nas aulas que você assistiu da disciplina de Química, você lembra se o tema Polímeros foi abordado? Caso você tenha assistido a alguma aula sobre esse conteúdo, apresente o que você lembra.

Fonte: O autor (2016)

TABELA 10: Categorias das respostas dos alunos à questão 06 do questionário inicial.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Sim	2	0
Não	15	27

Fonte: O autor (2017)

Dentre as respostas dos alunos, é notório que o tema não é trabalhado com outras finalidades na sala de aula, como sobre reciclagem de materiais. Logo, um do Grupo 01 apresentou a seguinte justificativa: *“Na aula, não, essa foi a primeira a abordar o tema. (Aluno do Grupo 01)”*.

Tabela 11: Categorias de justificativas da questão 06 do questionário inicial

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Nunca foi abordado	4	8
Essa era a primeira vez que viu o termo polímero	3	7
Já tinha visto com outra abordagem	2	0
Não justificou	8	12

Fonte: O autor (2017)

4.2 - Sequência Didática

Neste item será apresentada a experiência de ensino com a utilização da SD sobre polímeros. Retratamos as diferentes estratégias, procedimentos de ensino, os conhecimentos adquiridos pelos alunos e as dificuldades encontradas no desenvolvimento da estratégia didática. Vale salientar que a SD foi dividida em sete encontros presenciais, e a cada encontro denominamos de “Módulo” para favorecer uma melhor análise dos dados.

4.2.1 - Primeiro encontro presencial - Conhecendo a história dos polímeros

A partir da análise dos conhecimentos prévios dos alunos participantes da pesquisa, iniciamos a SD com uma apresentação do apanhado histórico, buscando conhecer os principais acontecimentos e os precursores do desenvolvimento de polímeros ao longo da história.

Utilizamos como estratégia de ensino a aula expositiva, com o auxílio de apresentações em slides, relativa a conteúdos sobre os principais precursores no desenvolvimento de polímeros, de forma que fosse possível ao aluno conhecer os principais momentos da história dos polímeros. Essa parte teve a intenção de estabelecer conexões significativas entre os conceitos apresentados na sequência.

4.2.1.1- Atividade 01

Na atividade 01, que está detalhado no apêndice B, foi explanado um breve relato sobre a evolução dos polímeros, a partir de uma sequência de apresentações utilizando os slides, para possibilitar um entendimento acerca dos principais fatos da história dos polímeros. Todos os alunos desenvolveram essa etapa da sequência sem dificuldades, que era composta por leitura e interpretação dos fatos abordados.

Para verificar a aprendizagem e as dificuldades dos alunos, foi realizada uma atividade de pesquisa em grupo sobre o histórico de um determinado polímero escolhido pela própria equipe. Após a escolha, cada grupo expôs o que aprendeu, por meio de uma apresentação oral. Em seguida à apresentação, foi realizada uma discussão sobre cada tema apresentado.

QUADRO 07: Atividade 01 do primeiro encontro da aplicação da SD

A turma deverá dividida em grupos de no máximo quatro alunos e cada grupo deve trazer uma história relacionada ao surgimento de um tipo de polímero, sendo o polímero escolhido pelo grupo, e apresentar para a turma em sala de aula. O restante da turma deverá formular perguntas para cada equipe, sendo iniciada uma breve discussão motivada pelas respostas.

Fonte: O autor (2017)

A apresentação na forma de comunicação oral foi escolhida como estratégia por ser considerada uma ferramenta que traz contribuições para aprendizagem dos alunos, tanto para aqueles que estão expondo quanto para os ouvintes; além de exigir

outras atividades, como pesquisa, planejamento e organização dos dados encontrados, auxiliando na comunicação oral em sala de aula. A discussão traz um fator muito importante, que é a interação entre os alunos, sendo considerada um caminho para a aprendizagem, pois envolve troca de pontos de vistas. Vale ressaltar que os temas foram escolhidos pelos próprios, e que não houve intervenção do professor.

Os polímeros abordados pelas equipes do grupo 01 estão apresentados no **Quadro 08**:

QUADRO 08: Polímeros abordados pelos alunos nas apresentações.

01- Policloreto de vinila (PVC)
02- Celofane
03- Nylon
04- Politereftalato de etileno (PET)
05- Polimetilmetacrilato (Acrílico)

Fonte: O autor (2017)

Para a atividade 01 definimos as categorias conforme a tabela 12.

TABELA 12: Categorias dos temas tratados pelos alunos do grupo 01 na explanação sobre o tema

Categorias	Grupo 01	Grupo 02	Grupo 03	Grupo 04	Grupo 05
Abordagem Histórica	X	X	X	X	X
Conceito	X	X	X	X	X
Domínio de conteúdo abordado	X	X	X	X	X
Fatos curiosos da história		X	X		
Utilização no Brasil					X

Fonte: o autor (2017)

TABELA 13: Categorias dos temas tratados pelos alunos do grupo 02 na explanação sobre o tema abordado nas apresentações relacionadas ao histórico dos polímeros.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02	Grupo 03	Grupo 04	Grupo 05
Abordagem Histórica	X	X	X	X	X
Conceito	X	X	X	X	X
Domínio de conteúdo abordado	X	X	X		X
Fatos curiosos da história		X			

Fonte: o autor (2017)

É importante ressaltar que durante o desenvolvimento da atividade pelas equipes não houve a necessidade de intervenção do professor e foram além do requerido pela atividade, que consistia somente em apresentar a história do polímero escolhido por cada grupo, nos levando a entender que os alunos já têm desenvolvido essa habilidade favorecendo a validade da SD no processo de ensino e aprendizagem.

Uma estratégia utilizada para avaliar os grupos e coletar dados foi a observação direta. Essa estratégia auxilia na identificação dos objetivos que se quer alcançar e é muito utilizada quando o pesquisador está presente, monitorando os acontecimentos. Segundo Marconi e Lakatos (2002), a observação tem papel fundamental na análise dos dados, pois o investigador consegue estabelecer um contato direto com a realidade estudada, que à primeira vista pode aparentar ser incompreensível.

Com relação à categorização acima, todos os grupos pesquisaram um tipo de polímero que está presente no seu cotidiano, também procuraram a sua historicidade, apresentando os principais acontecimentos relacionados ao desenvolvimento dele e também o seu conceito. Vale ressaltar que a fonte de pesquisa utilizada pelos alunos foi sites de história da química, acessíveis na internet. Os alunos do grupo 01 apresentaram domínio de conteúdo com relação a cada tema abordado. O grupo 02, que apresentou o tema politeraftalato de etileno (PET) demonstrou um maior domínio do conteúdo em relação aos demais grupos. O grupo 04, não apresentou domínio de conteúdo em comparação aos outros grupos do grupo 02.

Apenas duas equipes do grupo 01 e um grupo do grupo 02 trouxeram fatos curiosos com relação ao surgimento dos polímeros abordados. Um dos fatos foi relatado da seguinte forma: *“Brandenberg, em 1908, químico e engenheiro suíço (1987-1954), trabalhava sentado num restaurante quando um cliente derramou vinho*

na toalha, aí ele viu que deveria inventar um pano de revestimento impermeável,” (Grupo 02). Em outro caso, “A bandeira fincada na Lua por Neil Armstrong e o seu traje espacial foram feitos com nylon” (Grupo 03).

A observação foi utilizada para auxiliar na obtenção dos dados a respeito de como os alunos se comportam conceitualmente frente a novas informações e aos questionamentos dos outros colegas. Sendo que, neste estudo, foram observados de que forma ocorre a aprendizagem através de atividades que envolvam o pesquisar e como esses conseguem organizar os novos conhecimentos dentro de suas estruturas cognitivas. Segundo Moreira (2009, p. 13), Ausubel considerava a aprendizagem significativa como uma organização e integração do conteúdo na estrutura cognitiva de cada aluno.

4.2.2 - Segundo encontro presencial - Conhecendo os polímeros

Nessa atividade (apêndice C), intitulada “Conhecendo os polímeros”, foi elaborada uma sequência de ensino mediante a observação das características e propriedades dos polímeros. Nesse módulo, os alunos identificarem as semelhanças entre os diferentes tipos de polímeros.

Diferentemente do módulo 01, no qual a aula era em torno da história dos polímeros, neste módulo os alunos necessitavam de maior atenção, pois tratou-se de um conteúdo mais complexo e que exige um maior envolvimento do aluno com o conteúdo.

Para identificar a aprendizagem do conteúdo em relação ao tema proposto na atividade 02 do segundo encontro da SD, foi realizada uma atividade experimental com o objetivo de apresentar aos alunos as diferenças de materiais poliméricos com características termoplásticas e termorrígidas.

A questão 01 requer uma análise do material submetido ao processo de deformação e a respectiva classificação do material como termoplástico ou termofixo, considerando a deformação.

Quadro 09: Questão 01 do segundo encontro da aplicação da SD

A partir dos materiais trazidos por vocês e da prática experimental realizada, classifique-os quanto às suas características em termoplástico ou termofixo, indicando se apresentou ou não deformação.
--

Fonte: o autor (2017)

A questão 02 da atividade refere-se a uma análise da atividade e uma explicação sobre a semelhança entre os materiais poliméricos envolvidos na prática.

Quadro 10: Questão 02 do segundo encontro da aplicação da SD

Análise e explique a semelhança entre a os materiais escolhidos por você e sua respectiva classificação.

Fonte: o autor (2017)

As categorias constituídas a partir das respostas dos alunos a essas questões constam nas tabelas **13, 14, 15 e 16**.

TABELA 14: Categorias das respostas dos alunos do grupo 01 à atividade 01 do segundo encontro de aplicação da SD.

Categorias	Sim	Não	Termoplástico	Termorrígido
Cabo de frigideira	1	6	1	6
Copo descartável	8		8	
Garrafa de refrigerante	15		15	
Vaso plástico	4		4	
Cano PVC	11		11	
Isopor	6		6	
Acrílico	4		4	
Bolsa de Supermercado	11		11	
Papel filme	4		4	
Nylon	5		5	

Fonte: o autor (2017)

TABELA 15: Categorias das respostas dos alunos do grupo 02 à atividade 01 do segundo encontro de aplicação da SD.

Categorias	Sim	Não	Termoplástico	Termorrígido
Cabo de frigideira	4			4
Copo descartável	25		25	
Garrafa de refrigerante	19		19	
Forro PVC	10		10	
Cano PVC	5	20	5	20
Isopor	6		6	
Acrílico	5			5
Bolsa de Supermercado	25		25	
Papel filme	5		5	
Nylon	4		4	

Fonte: o autor (2017)

Os números acima representam a quantidade de alunos que trouxeram cada tipo de material e os utilizaram nas suas práticas individualmente. Vale informar que alguns trouxeram materiais iguais aos de outros e outros materiais diferentes, isso explica a quantidade e classificações.

Observa-se nos dados das tabelas 13 e 14 que 15 alunos do grupo 01 e 25 alunos do grupo 02 conseguiram identificar se o polímero é termofixo ou termoplástico, a partir da observação das características que o material observado (cano de PVC, cabo de frigideira, copo descartável, garrafa de refrigerante, isopor, acrílico, bolsa de supermercado, papel filme e nylon) apresentou no processo de aquecimento. Somente um aluno do grupo 01 e 20 alunos do grupo 02 não conseguiram identificar quais as condições que fazem do cano de PVC um polímero com características termoplásticas. Isso acarretou uma nova aula para estabelecer as propriedades dos polímeros e as diferenças básicas sobre as características do cano PVC e sua classificação.

É importante ressaltar que, embora a sequência apontasse para que o aluno recorresse ao conteúdo contido no livro didático e no próprio texto da sequência para realizar as análises, os alunos justificaram só com o conhecimento adquirido na aula expositiva.

TABELA 16 - Categorias das análises do material empregado no experimento pelos alunos à questão 02 do módulo 02 do segundo encontro de aplicação da SD.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Facilidade de deformação ocasionado pelo aumento da temperatura	10	18
Tempo de deformação	3	6
A queima dos materiais causa poluição	1	3
Polímeros divergentes em forma, aparência e resistência	2	0

Fonte: O autor (2017)

4.2.3 - Terceiro encontro presencial - Ainda polimerizando

No terceiro encontro (apêndice D) tivemos o intuito de apresentar os principais processos de polimerização e possibilitar a compreensão de como ocorre as reações relativas a esses processos. Porém, inicialmente, introduzimos o conceito de reações poliméricas e, em seguida, realizamos uma atividade experimental sobre “Polímero caseiro”, para depois explicar sobre os tipos de reações.

Utilizando materiais alternativos como copos descartáveis, palitos de picolé, e o bórax, os alunos realizaram, interagindo entre si, a atividade experimental para formar o polímero, cujo objetivo era identificar se o produto final foi formado por uma reação de polimerização de adição ou uma reação de polimerização de condensação.

Após a explanação dos conteúdos, aplicou-se uma atividade de interpretação da prática com a finalidade de verificar a compreensão dos conteúdos abordados (**quadro 11**).

QUADRO 11: Questão 01 da atividade 03 da análise dos dados do terceiro encontro da aplicação da SD.

O que foi possível observar quando se misturam as duas soluções?
--

Fonte: O autor (2017)

A partir das respostas dos alunos a essa questão, definimos as categorias apresentadas na **tabela 17**.

TABELA 17: Categorias das análises dos alunos ao experimento realizado e à questão 01 da atividade 03 do terceiro encontro de aplicação da SD.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Solução consistente	4	14
Tornou-se um sólido	3	0
Formou-se uma liga	1	4
Formou-se uma gelatina	2	0
Saiu do estado líquido	1	0
Formou um novo material	1	4
Formou um líquido marrom	0	5
Não realizou a atividade	5	0

Fonte: O autor (2017)

Esse quesito requer do aluno um conhecimento sobre outros conteúdos da química, mais especificamente sobre misturas e reações químicas, para uma melhor compreensão do conteúdo abordado. Essa atividade experimental foi utilizada para problematização do conteúdo “tipos de reações poliméricas”. Vale ressaltar que para uma melhor compreensão da atividade, foi necessária a intervenção do professor para esclarecer alguns procedimentos.

Nessa atividade podemos notar a partir das respostas que muitos alunos justificaram com conteúdo vistos anteriormente, de forma não arbitrária, e essa assimilação com o novo faz com que haja um aprendizado significativo.

A atividade experimental consistiu na produção de um polímero caseiro, a partir de cola branca, do tipo utilizada em atividades escolares, bórax, anilina para dar uma coloração desejada ao produto, nesse caso azul e vermelho, além de palitos de picolé.

Observou-se que durante a preparação do material os alunos conseguiram identificar as principais características de uma reação polimérica quando eles afirmavam: “*o copo está esquentando*”, “*a mistura vai ganhando consistência e, aos poucos, vai virando algo gelatinoso*”. A partir dessas justificativas é evidente que eles tentaram explicar que estava ocorrendo uma reação, com liberação de calor, formando um novo material, com novas características.

A intenção desta foi a aprendizagem do conteúdo por meio de uma situação problema. Isso representa o que Santos e Souza chama de experimentação ideal, pois o professor se utiliza do

“conteúdo abordado em sala de aula e da realização da atividade prática como mecanismo de complementação, interligando todos os tipos de atividade (ilustrativa, investigativa e problematizadora), com o intuito de ensinar e também de aprender, realizando uma troca de saberes e promovendo uma aprendizagem diferenciada e significativa” (SANTOS e SOUZA, 2016, pág. 4)

A questão do **quadro 11** buscou levar os alunos a se questionarem, a partir dos conhecimentos já adquiridos ao longo das explanações sobre o produto, quando ao produto formado a partir da junção dos materiais.

QUADRO 12: Questão 02 da atividade do módulo 03 da análise dos dados do terceiro encontro da aplicação da SD.

Que tipo de material foi formado com a junção das duas soluções?
--

Fonte: O autor (2017)

Ao analisarmos as respostas dos alunos, identificamos que oito do grupo 01 e treze do grupo 02 identificaram o resultado do experimento como um material gelatinoso, com características elásticas. Outros identificaram como um material sólido, pois o líquido que havia no recipiente não se misturou com o material formado. Em relação aos dados analisados, obteve-se a categorização das respostas apresentadas na tabela 15.

TABELA 18 - Categorias das análises dos alunos à questão 02 da atividade do módulo 03 do terceiro encontro de aplicação da SD.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Geleia	7	10
Material sólido	3	0
Geleia similar ao silicone	1	3
Massa elástica	0	5
Polímero termoplástico	0	9

Fonte: O autor (2017)

A partir das respostas do grupo 01, notamos que sete dos alunos afirmaram ter formado um material semelhante à geleia. Somente um aluno relacionou o material

formado ao silicone, devido às características apresentadas. Outros quatro afirmaram sobre a formação de um material sólido. É evidente que as justificativas desses alunos estão corretas, pois a geleia formada também é uma mistura coloidal.

No grupo 02, observamos que treze dos alunos referiram-se ao produto formado como material gelatinoso, cinco deles relacionaram com uma massa elástica, e, nove com um polímero termoplástico. No grupo 02, notamos que nove dos 27 alunos investigados demonstraram uma evolução conceitual, nos mostrando que já ocorreu uma assimilação quanto ao conteúdo abordado. Podemos verificar na fala de dois desses: *“formou-se um polímero termoplástico”*; *“um polímero aparentemente termoplástico, pois adquire formas ao ser manuseado”*

QUADRO 13: Questão 03 da atividade 03 da análise dos dados do terceiro encontro da aplicação da SD.

Após a observação do produto formado, que tipos de materiais semelhantes a esses existem em nosso cotidiano?

Fonte: O autor (2017)

Esse questionamento, tornou-se necessário para analisarmos o nível de compreensão e se houve assimilação do conteúdo já abordado, além de indicar a presença desses materiais com essas características no cotidiano dos alunos. A assimilação de conceitos estabelece na estrutura cognitiva do aluno uma relação de modo substantivo, ou seja, eles adquirem novos conceitos pela relação com as ideias já existentes na sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2009, p.20).

A **tabela 19**, apresenta os materiais do cotidiano citados pelos alunos que se assemelham ao produto formado na atividade experimental.

TABELA 19 - Categorias das análises dos alunos à questão 03 da atividade do módulo 03 do terceiro encontro de aplicação da SD.

Categorias	Grupo 01	Grupo 02
Geleinha	2	7
Amoeba	7	20
Silicone	2	0
Não opinaram	4	0

Fonte: O autor (2017)

Somente sete do total de alunos do grupo 01 e vinte do grupo 02 relacionaram o produto do experimento com a amoeba; dois do grupo 01 e sete do grupo 02

relacionaram com a geleinha. Essas duas denominações representam um mesmo produto, mudando apenas a denominação. A amoeba, é um polímero formado pela reticulação do álcool polivinílico, produto presente na cola branca, com um composto de boro. Um brinquedo com esse material se fez presente na infância de muito dos alunos e até hoje é vendido em lojas de brinquedos.

4.2.4 - Quarto encontro presencial - Aplicações dos polímeros no cotidiano

Nesse quarto encontro (apêndice E), o objetivo foi introduzir a química do poliuretano utilizando a problematização, visando a utilização por parte dos alunos do maior número de subsunçores, com a finalidade de se ter um olhar mais detalhado do conhecimento já adquirido por eles.

Iniciamos este módulo (apêndice E) com a leitura do texto intitulado “Sexo seguro com poliuretano” (SOUZA, 2010). O texto aborda sobre algumas aplicações do poliuretano no cotidiano. Esse foi utilizado como um organizador prévio para discutir sobre poliuretano, com o objetivo de estabelecer uma ligação entre o conhecimento geral sobre polímeros e o um conhecimento mais específico, além do conhecimento prévio do aluno. Após a leitura do texto ocorreu uma breve discussão sobre o conteúdo abordado e em seguida foi iniciado o conteúdo poliuretano.

Através de uma aula expositiva, foi apresentado um breve relato histórico sobre o desenvolvimento de poliuretanos, abordando o conceito, as características, suas aplicações, além das vantagens e desvantagens da sua utilização.

O poliuretano é um tipo de polímero, também considerado plástico, que possui características como flexibilidade, resistência e possibilidade de ser moldado em vários formatos.

Para fazer a verificação da aprendizagem do conteúdo, utilizamos uma atividade experimental para demonstrar a reação de síntese que ocorre com esse tipo de polímero, formando uma espuma, conhecida como espuma PU (espuma de poliuretano). Em seguida, foi proposto uma atividade a respeito da atividade experimental para análise dos dados.

QUADRO 14: Questão 01 da atividade 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.

O que foi produzido com a junção dos dois reagentes, diisocianato e polioliol?
--

Fonte: O autor (2017)

Nesse questionamento, todos os alunos do Grupo 01 e do Grupo 02 identificaram corretamente o tipo de material formado. As respostas nos mostram que eles conseguiram compreender o que estava sendo passado nas aulas explicativas e demonstraram uma evolução significativa do conhecimento sobre o tema. Algumas das respostas: “espuma”, “uma espuma dura e que se expande com a junção dos elementos”, “formou-se uma espuma homogênea e logo depois endureceu” e, “uma espuma que é utilizada na geladeira”.

QUADRO 15: Questão 02 da atividade do módulo 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.

Que tipo de reação ocorreu com a junção desses dois reagentes?
--

Fonte: O autor (2017)

Os alunos do grupo 01 e do grupo 02 identificaram corretamente o tipo de reação envolvida no processo de produção da espuma poliuretânica, que nesse caso trata-se de uma reação de adição.

QUADRO 16: Questão 03 da atividade 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.

Durante o procedimento experimental, que características levou você a perceber que estava ocorrendo uma reação?

Fonte: O autor (2017)

Todos os alunos do grupo 01 e do grupo 02 relataram que a partir da adição dos reagentes começou a homogeneização. A mistura começou a esquentar o recipiente e a se expandir. Eles, mais uma vez, não conseguiram utilizar termos científicos para justificar o questionamento; isso ocorre, provavelmente, por não participarem frequentemente de atividades que exijam esse tipo de utilização desse tipo de conceito. Assim, os alunos utilizaram termos do senso comum, tais como: “começou a esquentar e logo começou a subir”, “após a mistura começar a entrar em ponto de creme e começa a se expandir”, “o copo esquentou, a matéria inchou rapidamente deixando o material resistente”, “a mudança de um estado para o outro ao decorrer da mistura”, “houve uma reação entre os compostos fazendo com que ficasse quente e fosse aumentando o tamanho” e, “aquecimento do recipiente e mudança da textura”. Essas justificativas nos demonstram que ocorreu uma evolução

conceitual a respeito do o conteúdo abordado, o que nos leva a acreditar que houve uma aprendizagem sobre o experimento.

QUADRO 17: Questão 04 da atividade 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.

Qual a sua impressão sobre a utilização de atividades experimentais nas aulas sobre o tema Polímeros?

Fonte: O autor (2017)

Esse questionamento teve como objetivo analisar como os alunos se sentem ao realizar atividades que envolvam conteúdo científico, trabalho coletivo, discussão de resultados e manuseio do próprio material.

Com relação às justificativas dos alunos quanto à questão em discussão, notou-se grande entusiasmos por participarem de atividades que consideraram diferenciadas.

QUADRO 18: Questão 05 da atividade 04 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.

Cite uma aplicação ou utilização no cotidiano do material formado.
--

Fonte: O autor (2017)

Essa indagação teve por finalidade propor aos alunos que relacionassem o produto formado com materiais do cotidiano que eles possam ter contato. Esse tipo de questionamento auxilia na análise de como eles estavam aprendendo o conteúdo. A tabela 17 nos mostra as expostas dos alunos quanto a produtos do cotidiano que são produzidos com materiais semelhantes aos produtos da reação.

Dentre os materiais relacionados pelos alunos, apenas a boia conhecida como macarrão de piscina não é feita de poliuretano. Sua matéria prima é o polietileno expandido de células fechadas, mas que, pelas suas características físicas, se assemelha ao poliuretano, o que levou os alunos a se confundirem no momento de fazer as relações.

TABELA 20: Categorias das análises dos alunos à questão 05 da atividade 04 de quarto encontro de aplicação da SD.

Materiais	Grupo 01	Grupo 02
Espuma de geladeira	10	07
Isolamento acústico	02	01
Estofado de sofá	01	07
Esponja de lavar louça	0	01
Estofamento de carro	02	01
Prancha de surf	0	01
Almofadas	0	01
Blocos de PU	0	03
Macarrão de piscina	02	05

Fonte: O autor (2017)

Dentre os materiais relacionados pelos alunos, apenas a boia conhecida como macarrão de piscina não é feita de poliuretano. Sua matéria prima é o polietileno expandido de células fechadas, mas que, pelas suas características físicas, se assemelha ao poliuretano, o que levou os alunos a se confundirem no momento de fazer as relações.

4.2.5 - Quinto encontro presencial - Reciclagem, Meio Ambiente e CTSA

Nesse módulo (apêndice F), buscamos enfatizar a importância da reciclagem de materiais sólidos para o meio ambiente, como forma de auxiliar na conscientização dos alunos e buscando um ensino com enfoque em ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

Iniciamos com uma situação problema, apresentando uma figura (apêndice F) que retrata os pontos negativos do descarte incorreto dos materiais poliméricos.

Figura 3. Planeta Terra submerso aos polímeros



Fonte: Imagem retirada do site surfinssantos.com.br

Após a exibição, os alunos responderam a duas questões relacionadas ao conteúdo aprendido com a imagem apresentada. Na questão 01, como forma de incentivar a interpretação dos alunos foi pedido que eles dessem um título à imagem apresentada (Quadro 1).

QUADRO 19: Questão 01 da atividade do módulo 05 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.

Que título você daria para essa imagem?

Fonte: O autor (2017)

Ao observar a imagem, os alunos construíram títulos para ela. Os títulos foram avaliados para que identificássemos os conteúdos apresentados neles. Somente dois deram o mesmo título para a imagem, como mostra a tabela abaixo.

TABELA 21: Títulos criados pelos alunos do grupo 01 à questão 01 da atividade 05 do quinto encontro de aplicação da SD.

Títulos da imagem	Grupo 01
1. Mundo dos plásticos	02
2. Descarte inadequado dos polímeros	01
3. Uma plataforma planetária à base de lixo	01
4. Descarte desacelerado: o amanhã quem faz é você	01
5. Polímeros e humanidade	01
6. Resíduos dos polímeros no planeta Terra	01
7. O desperdício de polímeros no planeta Terra	01
8. Globo de plásticos	01
9. O lixo consome os plásticos	01
10. Um universo de lixo	01
11. Exagero no consumo dos plásticos	01
12. O reino dos plásticos	01
13. O futuro do uso excessivo de polímeros: reflexo de um planeta poluído	01
14. Progressão estrutural transformadora	01

Fonte: o autor (2016)

Conforme a tabela 21, percebemos que somente 15 alunos compareceram. Mas todos esses demonstraram ter conhecimento de que o uso inadequado dos polímeros pode afetar negativamente o planeta. Por exemplo, um deles, o que criou o título de número 14, utilizou a sigla PET, e fez uma derivação para formar o tema

“Progressão Estrutural Transformadora”. Esse tema nos remete à importância da assimilação dos conteúdos aprendidos no cotidiano, já que a imagem traz uma grande quantidade de garrafa plásticas jogada no mar.

TABELA 22: Títulos criados pelos alunos do grupo 02 para a questão 01 da atividade 05 do quinto encontro de aplicação da SD.

Títulos da imagem	Grupo 02
1. A poluição dos polímeros	04
2. A procura de um mundo reciclado	01
3. A poluição está em volta de nós	01
4. A reação das atitudes humanas	01
5. A poluição e os impactos ambientais causados pelo homem	01
6. Consumismo e capitalismo versus destruição	01
7. Mundo, do lixo ao lixo	02
8. O mundo do século XXI	01
9. O planeta Terra clama por socorro	02
10. Planeta desvairado	01
11. Polimar	01
12. Poluição mundial	03
13. Poliestelar	01
14. Planeta não sustentável	01
15. Terra sem polímeros, planeta sem destino	01
16. Terra, planeta lixo	04

Fonte: O autor (2017)

Dentre quase todos os títulos, podemos observar que os alunos do grupo 02 relacionaram a imagem a características negativas, derivadas do descarte incorreto dos polímeros. Somente no título de número 15 tais características não foram citadas claramente.

Com a segunda questão buscou-se a identificação dos conteúdos pelos alunos.

QUADRO 20: Questão 02 da atividade 05 da análise dos dados do quarto encontro da aplicação da SD.

Relacione a imagem com o conteúdo visto.
--

Fonte: O autor (2017)

Através da análise das respostas dos alunos, conseguimos identificar os conteúdos considerados por eles em suas justificativas, como apresentado na tabela 20.

TABELA 23: Conteúdos relacionados pelos alunos com a imagem apresentada no módulo 05 do quinto encontro de aplicação da SD.

Conteúdos relacionados pelos alunos	Grupo 01	Grupo 02
Composição dos Polímeros	03	03
Tipos de polímeros	05	04
Reciclagem de polímeros	03	07
Descarte de polímeros	05	04
Poluição causada pelos polímeros	0	06
Não justificou	0	02

Fonte: o autor (2017)

A partir da relação feita com os conteúdos apresentados pelos alunos, é possível verificar a presença de conteúdos já abordados nos módulos anteriores. Isso também confirma a evolução de conceitos gerados ao longo do desenvolvimento da SD, caracterizando a aprendizagem dos alunos. Pelos dados da tabela 20, cinco dos alunos do grupo 01 e quatro do grupo 02 relacionaram a imagem com o conteúdo “Tipos de polímeros” e também com o tema “Descarte de polímeros”, que foram de fato discutidos na sequência.

4.2.6 - Sexto encontro presencial - Produção final

A análise final (apêndice G) foi aplicada aos dois grupos dos alunos participantes da pesquisa com a finalidade de identificar se o conteúdo foi aprendido de forma significativa por eles, a partir da análise das respostas deles.

Nesse momento, iniciamos com um texto problematizador intitulado “A importância dos polímeros em sua vida”, que aborda a influência de polímeros na composição de produtos de beleza. Em seguida, propusemos uma atividade com apenas um questionamento (quadro 19).

QUADRO 21: Questão 01 da atividade 06 da análise dos dados do sexto encontro da aplicação da SD.

A partir dos conhecimentos adquiridos ao longo dos módulos, descreva em três palavras ou expressões o que são polímeros para você.

Fonte: O autor (2017)

Cada aluno deveria definir todo o conhecimento adquirido em apenas três palavras ou expressões. Isso foi sugerido com a finalidade de se observar o quanto foi significativa a aprendizagem sobre polímeros.

As palavras utilizadas pelos alunos do grupo 01 para a definição de polímeros voltaram-se em torno dos três termos: *Composição dos plásticos; Utilidades e cotidiano; e Reciclagem*. Com relação aos do grupo 02, as expressões usadas para definir o conteúdo ao longo do desenvolvimento das atividades voltaram-se mais para os conceitos aprendidos, além das utilidades e aplicações, como: “*macromoléculas, termoplástico e termofixo*”; “*rígidos, borracha e polimerização*”; “*utilidade, reciclagem e poluição*”; “*unidades semelhantes, náilon e fibras*”. Cada expressão nos revela os conteúdos que se encontram implícitos e que auxiliaram na aprendizagem de conteúdos mais relevantes nas estruturas cognitivas dos alunos.

QUADRO 22: Questão 02 da atividade 06 da análise dos dados do sexto encontro da aplicação da SD.

Descreva, resumidamente, o conceito de polímeros e suas aplicações no cotidiano.
--

Fonte: o autor (2017)

Nessa parte da atividade buscamos, a partir dos textos escritos pelos alunos para responde à questão apresentada no quadro 20, informações que nos mostrasse as evolução conceitual acerca do conteúdo de polímeros, que segundo Ribeiro (2015, p. 72), “toda mensagem escrita está repleta de informações sobre a evolução conceitual do tema e as concepções do aluno”. O quadro 21 foi construído a partir das informações obtidas na análise dos escritos pelos alunos, onde podemos observar as características da aprendizagem significativa com base nas respostas:

TABELA 24: Categorias das análises dos alunos à questão 02 da atividade 06 do sexto encontro da aplicação da SD.

As respostas apresentaram	Grupo 01	Grupo 02
Conceitos	10	20
Classificação	8	18
Reações de polimerização	6	10
Aplicação no cotidiano	15	24
Preocupação com o meio ambiente	6	4

Fonte: o autor (2017)

A partir da categorização realizada acima com as respostas dos alunos, é notório que eles conseguiram explicar o conceito de polímeros, enfatizando suas características como, classificação, tipos de reações, aplicações no cotidiano e preocupação com o meio ambiente; nos levando a compreender que houve indícios de aprendizagem significativa do conteúdo apresentado.

Nas respostas de quatro alunos do grupo 01 e de cinco do grupo 02 foram identificadas algumas lacunas de aprendizagem do conteúdo. Isso pode ter sido ocasionado pela ausência de predisposição do aluno em aprender. Essa ausência pode influenciar significativamente a aprendizagem da informação e sua consequente sedimentação na estrutura cognitiva do aluno. Isso ficou evidente nesses alunos, mesmo com o professor auxiliando na aprendizagem destes.

De uma forma geral, treze alunos do grupo 01 e 22 do grupo 02, conseguiram explicar de forma que fosse possível identificar uma evolução de conceitos, como pode ser verificado em algumas das respostas:

“São compostos formados por cadeias de macromoléculas, cadeias longas, também podem ser remoldados. São classificadas em: termoplástico (fácil moldagem), podemos citar as garrafas plásticas, ou, termofixo (não podem ser moldados); a exemplo, citamos o cabo de frigideira.”

“Sabe-se que polímeros são macromoléculas unidas através de ligações covalentes e que cada molécula é chamada de monômero. Quando os monômeros possuem compostos iguais são chamados de homopolímero, já com compostos diferentes, copolímeros. Existem os polímeros naturais, que são encontrados na natureza, como as proteínas e o látex, e os polímeros artificiais, que são produzidos pelo homem, como o PVC, isopor, teflon, PVA e outros. Os polímeros são classificados em termofixo, que não podem ser remoldados sob calor, e termoplásticos, que podem ser moldados sob determinada temperatura.”

“Polímeros são macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores, os monômeros. Os monômeros de baixa massa molecular os quais a partir das reações de polimerização vem a macromolécula polimérica. Os polímeros são muito usados, em países desenvolvidos chega a ser utilizado cerca de 150 quilogramas por habitante. Os polímeros são os nossos plásticos do dia-a-dia, as nossas roupas, os utensílios, sendo o mais usado o polietileno, por ser mais barato. A única desvantagem dos polímeros é a poluição e o seu tempo de decomposição. ”

Comparando os resultados do teste final com o do questionário inicial, entende-se que a sequência de atividades presentes na SD foi significativa para a evolução conceitual do conteúdo de Polímeros, propiciando indícios de aprendizagem com significados. É também evidente que a aprendizagem mecânica ainda perpetua perante as escolas onde a SD foi aplicada, e que os alunos de ambos os grupos se colocaram de forma passiva durante toda a aplicação das atividades.

5 - CONCLUSÕES

Neste trabalho procuramos investigar como se desenvolvera a aprendizagem dos alunos sobre conceitos referentes ao conteúdo Polímeros, por meio da observação de atividades desenvolvidas ao longo de uma Sequência Didática (SD). Procuramos também compreender as dificuldades que circundaram a aplicação da sequência de atividades.

Para responder às questões da pesquisa, utilizamos a sequência em dois momentos. Primeiramente identificamos os conhecimentos prévios dos 17 alunos participantes do grupo 01 e dos 27 do grupo 02 da pesquisa; em seguida, elaboramos a aplicamos a SD e, por fim, realizamos uma análise de conteúdo apresentadas pelos alunos no desenvolvimento da SD.

No primeiro momento, identificamos os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo Polímeros, empregando um questionário inicial. Com a análise dos dados demonstramos os conhecimentos que consideramos necessários, incluindo conceituação, características e propriedades, problemas com o meio ambiente no ensino de polímeros e as dificuldades na aprendizagem.

Quanto às questões contidas no questionário inicial, todas são relacionadas ao conteúdo Polímero e suas aplicações no cotidiano. As respostas e respectivas justificativas apresentadas pelos alunos estavam associadas ao assunto, abordando fatos da vivência deles no dia a dia, não associavam explicitamente a conceitos químicos. A análise das respostas a esse questionário nos norteou a escolher situações do cotidiano que servissem de problematização dos conhecimentos científicos sobre os polímeros.

No segundo momento deu-se a elaboração e aplicação da SD em sala de aula. A sequência planejada baseada nos conhecimentos prévios dos alunos, tendo como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa, com destaque para:

- O papel do professor como mediador de uma aprendizagem com significados;
- A utilização de estratégias que facilitam a aprendizagem significativa;
- A disposição dos alunos em aprender um conteúdo que faz parte do seu cotidiano.

Os resultados da pesquisa nos permitem concluir que os alunos do grupo 01 e do grupo 02 não evoluíram numa mesma perspectiva. O grupo 01 e o grupo 02 eram compostos por alunos da terceira série do Ensino Médio de uma escola da rede privada

(grupo 01) e de uma escola da rede pública estadual (grupo 02). Os do grupo 02 ainda não tinham assistido aulas sobre o conteúdo em questão. De toda forma, observamos que os alunos destes grupos apresentaram entusiasmo em aprender um novo conteúdo.

Durante a aplicação da SD, ficou evidente a passividade dos alunos de ambos os grupos, que pode ser justificada por esses estarem habituados a uma aprendizagem sem interação. Essa postura continuou ao longo das atividades da SD, mesmo após a intervenção mediadora do professor. Isso se deve a um tipo de aprendizagem que é muito utilizada nas escolas é a aprendizagem mecânica, onde percebemos que os alunos pertencentes, tanto do grupo 01 quanto do grupo 02, persistiram nesse tipo até o final da aplicação da SD.

A partir da análise dos dados coletados, foi observado que após a aplicação da SD as dificuldades dos alunos não estavam relacionadas exclusivamente a aprendizagem do conteúdo Polímeros, uma vez que eles conseguiram identificar características dos polímeros em algumas atividades.

Com relação às estratégias utilizadas, os resultados demonstraram que os procedimentos utilizados foram motivadores e serviram como organizadores prévios na busca por subsunçores. Sendo que, à medida que os subsunçores foram ficando mais elaborados, foi possível captar novas informações e promover a aprendizagem significativa.

A utilização de experimentos e a leitura de textos serviram de instrumentos que permitiram relacionar os subsunçores ao novo conceito aprendido. As situações-problemas utilizadas no estudo demonstraram que o novo conhecimento e o conhecimento prévio se relacionam dentro da estrutura cognitiva do aluno de maneira não literal. Nesse contexto, podemos considerar que as atividades da SD se relacionaram com os conteúdos já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

A utilização de várias estratégias didáticas promove modificações na forma de ensinar, cria oportunidades de se aplicar formas mais dinâmicas de ensino e aprendizagem, que possibilitam que as SD auxiliem no desenvolvimento conceitual dos alunos, o que representa uma característica da aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. **Trabalhos práticos de química**. São Paulo, 1996
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. 2º ed. Coimbra: Platano Edições Técnicas, 2003.
- BALDISSERA, Adelina. **Pesquisa-ação**: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo. **Sociedade em Debate**. Pelotas: Agosto/2001. p.5-25.
- BASTOS, D.C.S. **Fontes de energia – usos e consequências proposta de material didático para o ensino de ciências**. 2009. 217f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70 Ltda, 1977.
- BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002
- _____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Prentice Hall, 5ª edição, 2002.
- CHASSOT, Attico. Para que(m) é útil o ensino?. 2.ed. Canoas: Ed. ULBRA, 2004.
- ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar**. Curitiba, n. 16, p. 181-191.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas, 2007.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**. São Paulo, v.35, n. 2, p. 57 – 63.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: Caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- HAGE JUNIOR, E. Aspectos históricos sobre o desenvolvimento da ciência e tecnologia de polímeros. **Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia**. São Carlos, v. 8, n. 2, p. 6-9, 1998.
- LIBÂNEO, J. C. Adeus professor, adeus professora: novas exigências educacionais e profissão docente. São Paulo: Cortez, vol. 27, 1998.
- _____. Que destino os educadores darão à Pedagogia? In: PIMENTA, Selma

Garrido (Coord.). **Pedagogia, Ciência da Educação?** 5.ed. São Paulo: Cortez, 2006.

MARCONI, M. A., & LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: Condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Meaningful Learning Review**, v. 1, s/n, p. 16-24, 2011.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; ALVES FILHO, J. P. Alfabetização científica no ensino médio: Uma análise dos temas da seção química e sociedade da revista química nova na escola. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 165-171, 2009.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n. 2, 2003, p. 191 – 211.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista de Educação**. Porto Alegre: v. 22, n.37, 1999, p. 7-32.

MORAES, R.; GALLIAZZI, M.C. **Análise Textual Discursiva**. Ed. Unijuí, 2007

MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. In: V ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2006. Madrid. **Anais do V encontro internacional sobre aprendizagem significativa**. Madrid: Não informado, 2006. In: I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, 2007. Tandil. **Anais do I encuentro nacional sobre enseñanza de la matemática**. Tandil, 2007. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica>>. Acesso em: 19 out. 2013.

_____. Negociação de significados e aprendizagem significativa. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 2-13, 2008.

_____. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências:** A teoria da aprendizagem significativa. 1º ed. Porto Alegre: não informado, 2009, (compilação de trabalhos publicados).

_____. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

NOVAK, J.D. (1981). **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução para o português, de M.A. Moreira, do original A theory of education. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1977. 252 p.

Novak, J. D. & Gowin, D. B. **Aprendendo a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução para o português do original Learning how to learn, 1996.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência Didática Interativa:** no processo de formação de professores. Editora vozes. Petrópolis. RJ, 2013.

OLIVEIRA, E.; ENS, R.; ANDRADE, D.; MUSSIS, C.R., Análise de Conteúdo e Pesquisa na área de educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n.9, p.11-27, maio/ago. 2003.

RIBEIRO, T. N. **O ensino de razões trigonométricas no triângulo retângulos a partir de situações aplicadas à Física**: Um estudo baseado nas unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). Tese de doutorado. São Paulo, 2015.

SANTOS, G. G.; SOUZA, D. do N. Experimentação real versus experimentação ideal no ensino de ciências e a prática do pensamento crítico. **Scientia Plena**, vol. 12, num. 11, pág. 1-11. Disponível em: < www.scientiaplena.org.br >. Acessado em: 10/12/2016.

SCHNEUWLY. B.; DOLZ, J. Os gêneros escolares: das práticas de linguagem aos objetos de ensino. In: **Gêneros orais e escritos na escola**. Trad. e Org. de Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado de letras, 2004, p.71-91.

SOUZA, Lília Alves de. "**Sexo seguro com poliuretano**"; Brasil Escola, 2010. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/sexo-seguro-com-poliuretano.htm>>. Acesso em 17 de abril de 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos

- 1- Os polímeros estão entre os materiais mais utilizados no nosso cotidiano. Logo, temos contato diário com eles mesmo sem percebermos. Para você, o que são polímeros?

- 2- Com o passar dos anos, utilizar polímeros virou uma necessidade tanto nas indústrias como nas atividades que realizamos em nossa casa. Cite alguns materiais que você considera que são compostos de polímeros.

- 3- Para ser obter um produto polimérico, os reagentes envolvidos passam por um conjunto de reações químicas. Você conhece alguma reação química envolvida na fabricação de um polímero? Em caso positivo, cite-a.

- 4- Todo produto deriva-se de matéria-prima. Você sabe qual é a principal matéria-prima dos polímeros? Caso sim, cite-a.

- 5- Você considera os polímeros podem ser uma ameaça ao meio ambiente? Explique porquê.

- 6- Nas aulas que você assistiu da disciplina Química, você lembra se o tema Polímeros foi abordado? Caso você tenha assistido a alguma aula sobre esse conteúdo, apresente o que você lembra.

APÊNDICE B

SEQUÊNCIA DIDÁTICA -1º ENCONTRO

Nome completo: _____

Tema: Conhecendo a história dos polímeros

O que os alunos poderão aprender com esta aula

- Conhecer os principais acontecimentos e os percussos para o desenvolvimento dos polímeros ao longo da história.

Duração das atividades

2 aulas de 50 min

Estratégias da aula

Observamos ao nosso redor uma vasta quantidade de polímeros sendo utilizada apenas como sendo um material plástico, desde sacolas plásticas até próteses utilizadas a reabilitação de pessoas. Vendo a grande importância desse tipo de material no nosso cotidiano, é interessante conhecermos a evolução e seus principais percussos para compreendermos melhor como se deu o processo de descoberta. Por meio de uma aula expositiva, será explanado um breve relato sobre a evolução dos polímeros e em seguida será proposto que cada grupo de alunos realize uma pesquisa e apresente para o restante da turma uma história relacionada ao surgimento de um tipo de polímero.

Atividade

1- Reúnam-se em que os grupos e cada grupo deverá trazer uma história relacionada ao surgimento de um tipo de polímero e apresentar para a turma. O restante da turma irá formular perguntas para cada equipe, onde a partir daí será iniciada uma breve discussão.

APÊNDICE C

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - 2º ENCONTRO

Nome completo: _____

Tema: Conhecendo os polímeros

O que os alunos poderão aprender com esta aula

- Transpor aos alunos as características e as propriedades físicas e químicas dos polímeros;
- Diferenciar um polímero termoplástico de um termofixo.

Duração das atividades

2 aulas de 50 min

Estratégias da aula

As características dos polímeros é um tema que exige um alto nível de abstração dos alunos. Contudo, é um tema de extrema importância, por ser fundamental a compreensão das propriedades gerais dos materiais polimérico. A proposta do experimento é tornar o tema mais concreto.

Através de uma aula expositiva, com a utilização de recursos visuais será explanado aos alunos as características dos polímeros e como procedimento complementar e avaliativo teremos um experimento para auxiliar na compreensão e aprendizagem dos alunos.

ATIVIDADE

Experimento I : Identificação das características poliméricas

Descrição:

Um material com características na qual podem ser remodeladas várias vezes, ou seja, passa por algumas transformações físicas é considerado um polímero termoplástico, ou seja, as cadeias que formam a sua estrutura não estão interligadas

entre si e podem ser moverem uma sobre as outras. Outros, como os termorrígidos, não podem ser remodelados, pois, as ligações cruzadas entre as cadeias constituintes impedem a sua quebra e consequentemente a sua nova forma. Logo, esta atividade tem como ênfase proporcionar aos alunos a percepção entre as diferenças de um material polimérico com características termoplásticas e termorrígidas.

Materiais:

Chapa de aquecimento; diversos materiais poliméricos: garrafas de refrigerantes, saquinhos de supermercado, cabo de panela, dentre outros.

Procedimentos:

Inicialmente, o professor deverá questionar aos alunos, de que forma os alunos poderiam identificar as características de polímeros diferentes, onde será promovida uma breve discussão. Após, deverá propor aos alunos, que se dividam em dupla ou trio para que realizem a atividade esquentando o teste de aquecimento com os materiais, a partir registrar os resultados e discuti-lo.

Anotações

Material Polimérico	Apresentou deformação	Classificação

Análise

APÊNDICE D

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - 3º ENCONTRO

Nome completo: _____

Tema: Ainda polimerizando

O que os alunos poderão aprender com esta aula

- Analisar os principais processos de polimerização dos polímeros;
- Compreender como ocorre as reações de polimerização.

Duração das atividades

2 aulas de 50 min

Estratégias da aula

Compreender como ocorre a formação de um polímero é essencial para cada ser humano, por que, trata-se de um material que estamos tendo contato diariamente desde a roupa até revestimentos dos carros. A partir de uma atividade experimental será abordado os processos de polimerização.

ATIVIDADE

Experimento II : Polímero caseiro

Materiais:

Bórax, Cola branca, Anilina, 2 copos de vidro de 250 mL, Copo descartável de café (50 mL) para servir de medidor e Palitos de picolé.

Procedimento sugerido:

1- Prepare uma solução diluindo 4g de bórax, ou seja, uma colher rasa de sobremesa, em 100 mL de água no copo de vidro.

- 2- No outro copo, adicione 50 mL de cola branca e 50 mL de água, misturando-as com o palito de picolé.
- 3- Adicione algumas gotas de corante à mistura da cola com a água e misture bem.
- 4- Adicione à solução de bórax a mistura e agite bem com o palito de picolé, sempre observando.
- 5- Separe a solução do material formado e manipule-o com as mãos dando o formato desejável.
- 6- Logo após, lave bem as mãos com água e sabão.

Análise dos dados

- 1- O que foi possível observar quando se misturaram as duas soluções?

- 2- Que tipo de material foi formado com a junção das duas soluções?

- 3- Após a observação do produto formado, que tipo de materiais desse tipo existe em nosso cotidiano?

Descrição: A partir da atividade experimental, iniciamos o conteúdo de reações poliméricas.

APÊNDICE E

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - 4º ENCONTRO

Nome completo: _____

Tema: Aplicações dos polímeros no cotidiano

O que os alunos poderão aprender com esta aula

- Introduzir a química do poliuretano por meio das espumas poliuretanas, sua obtenção e aplicações;
- Demonstrar uma reação de polimerização por meio da síntese de uma espuma de PU.

Duração das atividades

2 aulas de 50 min

Estratégias da aula

O poliuretano, material que possui características como flexibilidade, resistência e possibilidade de aderir vários formatos vem favorecendo a indústria nos últimos tempos. Assim, é quase impossível o poliuretano não fazer parte das nossas vidas, pois, ao nos deitar o poliuretano está presente na espuma dos nossos colchões, no trabalho, podemos verificar sua aplicação no estofamento da cadeira, como também nos assentos dos carros.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Química, é possível ver a presença dos poliuretanos nas esponjas para lavar louças, geladeiras, lycra, pranchas de surf e até na composição de alguns calçados. Um dos fatos bastante importante é a sua utilização na fabricação de preservativos.

O poliuretano é um tipo de plástico que se diferencia dos outros pela presença de grupos uretânicos na sua estrutura. Assim, é proposto um texto problematizador e em seguida exposto todo o conteúdo da química do poliuretano e finalizando com uma atividade experimental para que os alunos compreendam a sua influência na sociedade.

Situação-Problema:

SEXO SEGURO COM POLIURETANO

A camisinha, um dos métodos contraceptivos mais seguros, e que oferece proteção contra todas as doenças sexualmente transmissíveis, é composta de polímeros. A cada dia a ciência evolui e inova os produtos e o método contraceptivo mais popular não poderia ficar de fora.

O poliuretano é o polímero desenvolvido para compor preservativos mais resistentes que os de látex. E mais, o material é super leve, o que permite que sejam mais finos e confortáveis.

E por que esse polímero consegue ser tão leve? Para entender é preciso saber como os químicos preparam esse material. O polímero é um produto da reação de moléculas que tem um grupo álcool com outras que tem grupos isocianato. À medida que a molécula se mistura, uma forte ligação química se forma, e a adição de líquido volátil faz com que bolhas de gás se formem no plástico. Daí o porquê da constituição do poliuretano ser 95% de gás, o que o torna altamente leve.

Só para demonstrar quão versátil é o poliuretano, conheça suas outras aplicações: nos carros, é usado como enchimento de assentos, revestimento à prova de som embaixo dos carpetes, painéis isolantes, etc. Apesar de ser usado em muitos dos acessórios do automóvel, o material garante conforto e leveza ao veículo, o que resulta em economia de combustível.

Fonte: SOUZA, Líria Alves de. "Sexo seguro com poliuretano"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/sexo-seguro-com-poliuretano.htm>>. Acesso em 17 de abril de 2016.

ATIVIDADE

Experimento II : Poliuretano em sala de aula

Descrição:

A síntese do poliuretano pode ser levada para a sala de aula, pois, as suas contribuições podem ser enriquecedoras aos conteúdos de química que permitem a

abordagem por meio do tema em questão. Sendo, a experimentação uma estratégia utilizada pelo professor com a finalidade de provocar questionamentos feitos pelos alunos, tanto em relação ao poliuretano quanto aos polímeros de modo geral.

Essa atividade deve ser realizada no laboratório ou em um local arejado, sob supervisão do professor de química. No experimento, será utilizado o MDI, trata-se de uma substância volátil e tóxica, sendo necessário alguns cuidados como o uso de luvas e máscara.

Materiais:

Poliol formulado, onde já estão incluídos agente de expansão, catalisador e tensoativo; Diisocianato de difenilmetano (MDI), pode ser adquirido em lojas que vendem para laboratório; Anilina (corante alimentício); Palito de picolé; Copo descartável; Colher de plástico.

Procedimento sugerido:

- 1- Divide-se a turma em dupla, disponibiliza os materiais e o professor explicar as devidas precauções que cada aluno deverá ter.
- 2- Adiciona-se ao copo descartável, duas colheres de polioliol e três gotas de corante, homogeneizando com o palito de picolé.
- 3- Posteriormente, acrescenta-se duas colheres de MDI, e sempre homogeneizando sob uma agitação constante até o aumento da viscosidade, ou seja, chegar ao ponto de creme.
- 4- Cessa-se a agitação e observa-se a expansão da espuma.

Análise dos dados

- 1- O que foi produzido com a reação do diisocianato e polioliol?

- 2- Que tipo de reação ocorreu com a junção desses dois reagentes?

3- Durante o procedimento, que características levou você a perceber que estava ocorrendo uma reação?

4- Qual a impressão sobre a utilização de atividades experimentais nas aulas sobre o tema Polímeros?

5- Cite uma aplicação ou uma utilização do material formado no cotidiano.

APÊNDICE F

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - 5º ENCONTRO

Nome completo: _____

Tema: Reciclagem, Meio Ambiente e CTSA

O que os alunos poderão aprender com esta aula

- A importância da reciclagem para o meio ambiente;
- Quais as perspectivas do ensino CTSA.

Duração das atividades

2 aulas de 50 min

Estratégias da aula

Em nossa sociedade não podemos passar um único dia que não tenhamos contato com produtos derivados dos polímeros, pois o seu uso, principalmente, as embalagens, tornou-se geral e a cada dia cresce ainda mais. Contudo, se por esse lado é vantajoso, quanto ao seu descarte apresentam enormes desvantagens.

Uma das alternativas que sem dúvida é uma das melhores soluções para amenizar esse problema, chama RECICLAGEM, ou seja, essa medida e juntamente a conscientização social e pessoal, podemos reduzir um grande problema mundial.

Inicialmente, traremos uma situação inicial a partir de uma imagem e em seguida será explanada aos alunos quais as causas da poluição e como o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) influencia no cotidiano dos alunos. E como avaliação os alunos trarão alternativas de reciclagem.

ATIVIDADE

- 1- Observe a imagem a seguir:



Fonte: Imagem retirada do site surfinssantos.com.br

a) Que título você daria para essa imagem?

b) Relacione essa imagem com o conteúdo visto.

APÊNDICE G

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - 6º ENCONTRO

Nome completo: _____

Tema: Produção final

Estratégias da aula

Definir todo o conhecimento adquirido ao longo dos módulos em apenas três palavras ou expressões é uma forma de demonstrar o quanto foi significativo e de que forma influenciou no seu aprendizado.

Para a atividade final desta sequência, será sugerido aos alunos que eles respondam a um único questionamento, que servirá de base para análises posteriores.

ATIVIDADE

Situação-Problema:

A IMPORTÂNCIA DOS POLÍMEROS EM SUA VIDA

A textura de sua tintura de cabelo pode ser a última coisa em sua mente quando você está eliminando os cabelos brancos, mas imagine a confusão que seria se esse produto escorresse pelo seu rosto e em seus olhos!

No fim dos anos 80, uma nova linha de polímeros começou a ser usada como espessante pelos fabricantes de produtos de cuidados pessoais, como as tinturas para cabelo usadas em casa, géis para modelagem de cabelo, shampoos e loções faciais de limpeza. Produzidos pelo negócio de Cuidados Pessoais da Dow, estes espessantes formam uma rede de moléculas para melhorar a “reologia”, ou viscosidade, de um produto. Sem eles, as moléculas não teriam nenhuma organização, portanto os produtos de modelagem e as tinturas de cabelo escorreriam por seu rosto como água!

Os produtos da Dow, como o ACULYNTM 22 e o 46, por exemplo, são usados extensivamente pelos fabricantes de tinturas de cabelo em duas partes. Quando

você combina a tintura e o revelador, os produtos ACULYNTM oferecem espessamento instantâneo, ajudando a passar a tintura facilmente pelo cabelo para uma coloração mais uniforme.

O ACULYNTM 22 é também usado em muitas loções e shampoos para bebês, loções faciais de limpeza e produtos para remoção de pelos em gel para evitar que escorram e pinguem. Um outro produto, o ACUDYNETM 180 é um polímero para modelagem de cabelo, usado em diversas marcas líderes de sprays e géis na América do Norte e Europa.

Fonte:(Disponível em: <http://www.dow.com/brasil/empresa/discover-dow.htm> >. Acessado em: 25/02/2016)

- 1- A partir dos conhecimentos adquiridos ao longo dos módulos, descreva em três palavras ou expressões o que são polímeros para você.

- 2- Disserte em um parágrafo o conteúdo aprendido durante a sequência de atividades

Referências

- BARROS, C. **Apostila de polímeros**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Campus Pelotas: Rio Grande do Sul, 2006.
- BIANCHI, J. C. A.; ALBRECHT, C. H.; e MAIA, D. J. As modernas moléculas orgânicas. In: **Universo da química**. FTD: 1a Edição, São Paulo, 2005.
- BONI, L. A. B.; GOLDANI, E. **Introdução Clássica à Química Geral**. Editora Tchê Química Cons. Educ. LTDA, Porto Alegre, 2007, páginas 144 e 145.
- JÚNIOR, S. V. C. **Ciência dos polímeros**: um texto básico para tecnólogos e engenheiros. Editora Artliber, 2a edição. São Paulo: 2006.
- SANTOS, W. L. P. MÓL, G. S. Polímeros e Propriedades das Substâncias Orgânicas. In: **Química e Sociedade**. Nova Geração: São Paulo, 2005.
- SOUZA, L. A. "**Sexo seguro com poliuretano**"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/sexo-seguro-com-poliuretano.htm>>. Acesso em 17 de abril de 2016.
- Disponível em: <<http://www.tudosobreplasticos.com/materiais/polietileno.asp>>. Acessado em: 20/04/2016.
- Disponível em:< http://arrastazupolimeros.blogspot.com.br/2010_10_01_archive.html>. Acessado em: 20/04/2016.
- Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/884-poliuretano-desconhecido-muito-presente-no-cotidiano.html>>.Acessado em:20/04/2016.
- Disponível em: < <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/reacoes-adicao-alcenos.htm>>. Acessado em: 20/04/2016.
- Disponível em:< <http://brasilecola.uol.com.br/upload/conteudo/images/reacao-de-formacao-dos-polimeros-de-condensacao.jpg>> Acessado em: 20/04/2016.
- Disponível em: <<http://surfinsantos.com.br/primeiro-mapa-global-lixo-plastico-oceanos/>> . Acessado em: 20/04/2016.